ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 JUIN 1939.

PRÉSIDENCE DE M. AUGUSTE BÉHAL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Considération géométrique sur le nombre des cellules de Purkinje dans le cervelet des oiseaux de tailles diverses.* Note de M. **Louis Lapicque**.

A la séance du 8 mai dernier [1], j'ai présenté une Note de M. André Pezard constatant que chez des oiseaux de tailles très différentes le nombre des cellules de Purkinje du cervelet est à peu près invariable, en tout cas nullement fonction de la grandeur du corps, quoique la grandeur même du cervelet varie notablement. Notre confrère Hadamard a justement remarqué qu'il devait exister quelque compensation, par exemple par la grandeur des cellules elles-mêmes; j'ai ajouté aussitôt que, me semblait-il, ce devait être surtout une affaire d'espacement, car on sait que la grandeur des cellules en général varie relativement peu avec la grandeur du corps. D'ailleurs Pezard avait explicitement noté que la densité des cellules différait visiblement.

A la réflexion il m'a semblé qu'il valait la peine de préciser ce point, car de grandes différences d'espacement devraient avoir attiré l'attention des anatomistes au simple examen des coupes microscopiques, sans mesures et même sans comparaison systématique. Or, à ma connaissance, on n'a jamais rien signalé de ce genre.

J'ai donc calculé quelle différence d'espacement est nécessaire pour rendre compte du résultat de Pezard. Ce calcul est facile. Le volume du

[1] *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1530.

cervelet, ou celui de l'encéphale en général (pratiquement le poids, qu'on peut confondre avec le volume à l'approximation utile), varie comme la puissance 0,56 du poids. [Loi empirique établie par E. Dubois pour les Mammifères, étendue par Girard et moi aux oiseaux (2).] Les cellules de Purkinje sont réparties en une seule couche assimilable à une surface. L'étendue de cette surface est donc liée au poids du corps par exposant égal aux 2/3 de 0,56, et, pour la distance entre deux cellules, dimension linéaire, la similitude indique la racine cubique du volume du cervelet. Il vient donc que l'espacement doit varier seulement comme la puissance $0,56/3 = 0,185$ du poids du corps, c'est-à-dire que la variation est plus faible qu'on ne l'aurait peut-être imaginé avant d'avoir fait ce calcul élémentaire.

Prenons un exemple numérique pour lequel les documents de Pezard me fournissent les éléments d'une vérification. Soit, parmi les espèces d'oiseaux examinées, la plus petite, le Senegali, pesant 6 à 8^{g}, et l'une des plus grandes, la Cigogne, pesant 3 à 4^{kg}; soit un rapport de 1 à 500. Les deux espèces présentant à peu près la même valeur de coefficient dans la loi de Dubois, c'est-à-dire qu'elles sont semblables comme organisation nerveuse, on peut légitimement appliquer le calcul ci-dessus :

$$500^{0,185} = 3,16.$$

Pour suivre une loi de similitude, la distance moyenne entre deux cellules de Purkinje doit donc simplement tripler en passant du minuscule Senegali à l'imposante Cigogne. La comparaison sur des photographies microscopiques, à la même échelle, de coupes sagittales prises de l'un et l'autre cervelets, donne une concordance entièrement satisfaisante.

Ainsi la constatation de Pezard, malgré l'impression paradoxale qu'elle produit au premier abord, correspond en réalité à une relation très simple et très naturelle; sous réserve d'un accroissement moindre des corps cellulaires (en fait, l'accroissement de leur diamètre moyen atteint à peine un quart), les cervelets du petit et du grand animal sont *semblables*, au sens géométrique du mot, à la façon d'un objet et de son image agrandie par un instrument d'optique; le nombre des cellules évidemment n'est pas changé.

Par rapport au poids du corps, intervient à la base du calcul l'exposant 0,56; celui-ci résulte d'une constatation empirique dont la théorie n'est pas faite; mais cet exposant est valable pour les diverses parties de

(2) *Comptes rendus*, **140**, 1905, p. 1057.

l'encéphale. On peut se demander si pour d'autres neurones, par exemple les cellules psychomotrices dans l'écorce cérébrale des Mammifères, le nombre n'est pas également indépendant de la grandeur du corps. Moins simple que pour le cas du cervelet, dont le plan est si régulier, la vérification pourtant ne doit pas être impossible, maintenant que le principe est posé.

M. **Georges Claude** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage de M. Ch. Berthelot, *De la carbonisation aux carburants d'aviation*. Tome I, *Le pétrole et ses succédanés*, dont il a écrit la *Préface*.

M. **Charles Maurain** adresse un Rapport relatif à l'emploi qu'il a fait d'une subvention qui lui a été attribuée sur la *Fondation Villemot*, en 1937.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° A. Matagrin. *Le soja et les industries du soja. Produits alimentaires. Huile de soja. Lécithine végétale. Caséine végétale* (présenté par M. Auguste Chevalier).

2° Dr Robert Lignières. *Titres et Travaux scientifiques du Professeur* Joseph Lignières (1868-1933) (présenté par M. H. Vincent).

3° Ch. Audebeau Bey. *Le barrage de Nag-Hamadi et la surélévation du Nil souterrain d'étiage le long de la ligne de remous d'exhaussement* et *Le Nil souterrain dans la région de Nag-Hamadi avant et après la construction du barrage du fleuve* (présentés par M. M. Laubeuf).

ALGÈBRE. — *Les nombres minimaux des formes.*
Note de M. **Rufus Oldenburger**, présentée par M. Jacques Hadamard.

Toute forme symétrique F de degré p, à coefficients pris dans un corps K de l'ordre p ou plus, peut (1) être écrite comme une somme

(1) *Proceedings of National Academy of Science*, 24, 1938, p. 193-198.

$S=\lambda_1 L_1^p+\lambda_2 L_2^p+\ldots+\lambda_\sigma L_\sigma^p$, où $L_1, \ldots, L_\sigma$ sont des formes linéaires à coefficients dans K, et $\lambda_1, \ldots, \lambda_\sigma$ sont également dans K. L'entier p n'est pas nécessairement supposé premier. Une telle représentation F est appelée une *σ-représentation* de F. Pour F et K donnés il y a une valeur minimum de σ appelée le nombre minimal de F pour laquelle F peut être écrite comme une somme S. Nous représentons ce *nombre minimal* par m(F). Une représentation S de F pour laquelle $\sigma=m(F)$ est appelée représentation minimale. D'après la théorie des équations linéaires, $m(F)\leqq p+1$ si F est une forme binaire symétrique de degré p et si K est tel que la matrice symétrique des coefficients de F soit unique. En particulier

$$\max(p, q)\leqq m(x^p y^q)\leqq(p+q+1),$$

d'où l'on peut déduire que $m(FG)\leqq(p+q+1)m(F)m(G)$, où p, q sont les degrés de F et G. Si nous nous limitons à un corps K dont la caractéristique ne divise pas les coefficients des développements de $(x+y)^{p+q}$ et de $(x+y)^{p+q-1}$, nous aurons $m(x^p y^q)\leqq p+q$. Pour un tel corps K, nous avons $m(FG)\leqq(p+q)m(F)m(G)$. *Pour une forme* F *de degré* p, *complètement réductible, on aura* $m(F)\leqq p$! Le résultat bien connu que le rang d'une forme quadratique n'est pas plus grand que 2 est compris dans cette formule. Pour les formes F et G de degré p, nous aurons l'inégalité

$$|m(F)-m(G)|\leqq m(F+G)\leqq m(F)+m(G).$$

Ainsi l'addition d'un terme aL^p (L linéaire) à F, change le nombre minimal de F d'une unité au maximum. De là, nous déduisons que

$$\Sigma\lambda_i L_i^p \qquad (i=1, \ldots, \sigma)$$

est minimal si et seulement si $-a_\sigma L_\sigma^p$ (σ n'est pas sommé) n'est pas un terme dans une σ ou $(\sigma+1)$ représentation de $\Sigma\lambda_i L_i^p$ $(i=1, \ldots, \sigma-1)$.

Considérons une forme F de n variables qui ne peut pas être transformée non singulièrement en une forme à moins de n variables. Les variables de F sont alors dites *essentielles*. Si $m(F)=n+\rho$, on peut transformer F en une forme F′ telle que $F'=\partial H/\partial x_1$, où H est une forme de degré $(p+1)$ avec une $(n+\rho)$ représentation. De l'invariance du nombre minimal, on peut conclure que $m(F')=n+\rho$. Pour qu'il en soit ainsi, il est nécessaire que le corps sous-jacent ait une caractéristique qui ne divise pas $p+1$. On peut montrer que le nombre minimal de la forme F de degré p de n variables essentielles satisfait aux inégalités $n\leqq m(F)\leqq N$, où N est le nombre des termes du développement de $(x_1+\ldots+x_n)^p$. Parce que m(F) est

bornée pour la classe C_n^p des formes F de degré p en n variables essentielles, $m(F)$ atteindra une valeur maximum $n+\sigma$. Pour la classe C_n^p l'entier $m(F)$ varie entre n et $n+\sigma$, parce que si $\sum_{i=1}^{n+\rho} \lambda_i L_i^p (\rho \geqq 1)$ est minimal, la représentation $\sum_{i=1}^{n+\rho-1} \lambda_i L_i^p$ est minimale. D'après le raisonnement ci-dessus relatif à la rangée de $m(H)$ pour la classe C_n^{p+1} des formes H de degré $p+1$ en n variables essentielles recouvre la rangée de $m(F)$ pour F de C_n^p pourvu que la caractéristique du corps sous-jacent ne divise pas $p+1$.

Pour la forme $F = x^p y$, nous avons $m(F) = p+1$ s'il existe une somme nulle, de $(p+1)$ éléments distincts dans le corps K donné. Ainsi, pour la classe C_2^p des formes F binaires de degré p, $m(F)$ varie au moins le long de 2, 3, ..., p. En général, $m(F)$ varie le long de 2, 3, ..., $p+1$.

A une forme $F = a_{ij\ldots m} x_i x_j \ldots x_m$ symétrique, nous associons la matrice $(a_{ij\ldots m})$ symétrique. Nous considérons un corps K pour lequel cette matrice est uniquement déterminée par F. Au moyen du procédé de polarisation de Aronhold, nous construisons la forme multilinéaire

$$M_F = a_{ij\ldots m} x_i y_i \ldots z_m$$

unique. Pour chaque corps K, nous pouvons écrire

$$M_F = \sum_{i=1}^{\sigma} L_i M_i \ldots N_i,$$

où les L'_s, M'_s, ..., N'_s sont linéaires en les x'_s, y'_s, ..., z'_s respectivement. Nous appelons rang de facteurisation de F, le plus petit σ pour lequel F a une telle représentation, et nous avons représenté cet entier par $f(F)$. Évidemment, $f(F) \leqq m(F)$. Si F est de degré p en n variables essentielles, $n^{p-1} \geqq f(F) \geqq n$. Le nombre $f(F)$ prend la valeur n pour F si et seulement si $m(F)$ prend la valeur n. J'ai montré ailleurs [2] que les formes F pour lesquelles $m(F) = n$ peuvent être reconnues dans le cas où p est $2k+1$, k entier, par la facteurabilité d'un déterminant supérieur en facteurs linéaires, linéairement indépendants. Hočevar [3] a traité de tels problèmes

(2) *Trans. of the American Mathematical Society*, **44**, 1938, p. 219-249.
(3) Hočevar, *Comptes rendus*, **138**, 1904, p. 745-747.

de facteurabilité. Dans une représentation minimale $\Sigma\lambda_i L_i^p$ ($i = 1, \ldots, \sigma$) d'une forme F à n variables essentielles, il y a une somme S des n termes d'une collection $\lambda_1 L_1^p$, $\lambda_2 L_2^p$, ..., $\lambda_\sigma L_\sigma^p$ pour laquelle $m(S) = n$, et S contient n variables essentielles. Nous avons défini $m(A)$ et $f(A)$ pour les matrices A symétriques pourvu que $m(A) = m(F)$ et $f(A) = f(F)$ quand le corps K est tel que la matrice A est déterminée uniquement par F. Si K est un corps de l'ordre 8 et de caractéristique 2, nous pouvons trouver une matrice A avec 6 indices qui varient le long de 1, 2, telle que $m(A) \neq f(A)$. On n'a pas pu décider s'il existe un corps K et une forme F pour lesquels $m(F) \neq f(F)$.

TOPOLOGIE. — *Notion générale d'homomorphie dans un système multiforme.* Note [1] de M. **Jean Kuntzmann**, présentée par M. Jacques Hadamard.

J'avais défini [2] les homomorphies comme étant des correspondances univoques. La généralisation présente consiste à remplacer cette condition par une autre plus générale.

Nous considérons dans un ensemble une famille de sous-ensembles telle qu'à tout élément a de l'ensemble corresponde un des sous-ensembles que nous noterons C_a. La définition précédente revenait à prendre des ensembles disjoints.

Symorphie. — Soit une division en classes avec $C_a \supset a$. Nous définirons $C_a C_b = C_c$, dès que

$$a' b' \supset c, \qquad a' \subset C_a, \qquad b' \subset C_b.$$

La correspondance $a \to C_a$ sera dite symorphie (directe) (on définira d'autres symorphies avec les opérations inverses).

Semi-homomorphie. — Une semi-homomorphie directe est une symorphie directe telle que $C_a C_b = C_c$ entraîne pour tout c' dans C_c l'existence d'un $a^\star \subset C_a$ et d'un $b^\star \subset C_b$ avec $a^\star b^\star \supset c'$.

Si les classes sont disjointes, on obtient ce que j'avais nommé antérieurement [2] homomorphie II.

La semi-homomorphie respecte l'associativité. Les classes à gauche suivant un sous-système définissent une semi-homomorphie.

(1) Séance du 5 juin 1939.

(2) *Comptes rendus*, 205, 1937, p. 208.

Un cas particulier important aussi bien pour les divisions en classes que pour les semi-homomorphies est celui où l'on a la condition suivante, $C_u \supset v$ entraîne $C_u \supset C_v$ (classes régulières).

Si les classes sont régulières, et qu'il y ait semi-homomorphie, $C_a C_b$ n'est pas autre chose que l'ensemble de toutes les classes contenues dans l'ensemble des $a'b'$, $a' \subset C_a$, $b' \subset C_b$.

Homomorphie. — Nous nommerons ainsi une semi-homomorphie satisfaisant de plus à la condition $C_a C_b = C_{ab}$ et toutes les sous-classes de C_{ab}. L'homomorphie respecte les identités relatives à l'opération par rapport à laquelle il y a homomorphie ; elle conserve également la propriété pour une opération d'être uniforme.

C'est l'analogue de ce que j'avais nommé antérieurement homomorphie I.

Les classes suivant un sous-système invariant ou semi-invariant définissent une semi-homomorphie, car $agbg \subset abg$ dès que $gb \subset bg$.

On peut également généraliser le deuxième théorème d'isomorphie d'une manière analogue à celle que donnent Dubreil et Dubreil-Jacotin (³). Il faut seulement introduire la nouvelle condition : $C_a C_b$ contient avec une classe C_c toutes ses surclasses.

Les divisions en classes font encore apparaître sous un jour nouveau certaines parties de la théorie des unités et des inverses.

C'est ainsi que la condition de réversibilité (⁴) peut s'énoncer de la manière suivante : $ab \supset c$ entraîne que tout élément $\bar{c}$ défini par $c\bar{c} \supset e$ peut être décrit sous la forme $\bar{b}\bar{a}$ avec $a\bar{a} \supset e$, $b\bar{b} \supset e$, ce qui est tout l'analogue d'une semi-homomorphie (il faut prendre le réciproque du système donné).

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *Sur certaines propriétés de la déformation conforme des surfaces isothermiques.* Note de M. **Robert Potier**, présentée par M. Élie Cartan.

A tout point M d'une surface Σ de l'espace conforme, on peut attacher un repère pentasphérique $(A_0 A_1 A_2 A_3 A_4)$, A_0 étant une sphère-point analytique représentant M; A_1, A_2, A_3, trois sphères analytiques unitaires orthogonales deux à deux et passant par M; A_4 représentant le deuxième

---

(³) *Journal de Mathématiques*, 9ᵉ série, 18, 1939, p. 63.

(⁴) Dresher et Ore, *American Journal of Mathematics*, 60, 1938, p. 705.

point commun à A_1, A_2, A_3 et le produit scalaire (A_0, A_4) étant égal à $-1/2$. On peut choisir $(A_0 A_1 A_2 A_3 A_4)$ de façon que pour un déplacement infinitésimal de M, le déplacement du repère soit donné par

$$(1)\quad \left\{\begin{array}{l} dA_0 = \omega_0^0 A_0 + \omega_0^1 A_1 + \omega_0^2 A_2, \\ dA_1 = \omega_1^0 A_0 + \omega_0^1 A_3 + 2\omega_0^1 A_4, \\ dA_2 = \omega_2^0 A_0 - \omega_0^1 A_3 + 2\omega_0^2 A_4, \\ dA_3 = \omega_3^0 A_0 - \omega_0^1 A_1 + \omega_0^2 A_2, \\ dA_4 = \frac{1}{2}(\omega_1^0 A_1 + \omega_2^0 A_2 + \omega_3^0 A_3] - \omega_0^0 A_4. \end{array}\right.$$

(Les ω_α^β sont des formes de Pfaff des paramètres u, v définissant M sur Σ, et de du et dv.) On peut poser

$$\omega_0^0 = \alpha\omega_0^1 + \beta\omega_0^2, \qquad \omega_1^0 = \alpha_1\omega_0^1 + \beta_1\omega_0^2, \qquad \omega_2^0 = \alpha_2\omega_0^1 + \beta_2\omega_0^2.$$

On voit facilement que $\omega_3^0 = \alpha\omega_0^1 - \beta\omega_0^2$, et que $\alpha_1 + \beta_2 + 1 = 0$.

De même à toute courbe Γ de l'espace conforme, on peut attacher en un de ses points M un repère $(\overline{A}_0 \overline{A}_1 \overline{A}_2 \overline{A}_3 \overline{A}_4)$, égal au sens conforme à tous les repères tels que $(A_0 A_1 A_2 A_3 A_4)$, et tel que si M se déplace infiniment peu sur la courbe Γ, le déplacement de $(A_0, A_1, A_2, A_3, A_4)$ est donné par

$$(2)\quad \left\{\begin{array}{ll} \dfrac{d\overline{A}_0}{d\sigma} = A_1, & \\ \dfrac{d\overline{A}_1}{d\sigma} = \overline{k}\overline{A}_0 + 2\overline{A}_4, & \dfrac{d\overline{A}_2}{d\sigma} = \mp\overline{A}_0 + \overline{h}\overline{A}_3, \\ \dfrac{d\overline{A}_3}{d\sigma} = -\overline{h}\overline{A}_2, & \dfrac{d\overline{A}_4}{d\sigma} = \frac{1}{2}(\overline{k}\overline{A}_1 \mp \overline{A}_2). \end{array}\right.$$

Le choix de ces repères est intrinsèque (invariant par transformation conforme). Faire subir à Σ une déformation conforme, c'est la transformer point par point en une surface S, non égale au sens conforme à Σ, de façon que les formes ω_0^1 et ω_0^2 soient conservées dans la transformation. M. E. Cartan a montré que seules les surfaces isothermiques, dont le ds^2 ordinaire peut se mettre sous la forme $A(u, v)(du^2 + dv^2)$, peuvent subir une telle déformation.

En nous servant de la méthode du repère mobile, nous avons établi les résultats suivants :

1° Dans une déformation de Σ, isothermique, l'arc σ de toute ligne de courbure est conservé, ainsi que l'invariant $\overline{h}$ (torsion conforme) qui entre dans les formules (2). Si, par M de Σ passent les lignes de courbure C_1 et C_2,

les courbures conformes [$\bar{k}$ dans les formules (2)] de C_1 et C_2 en M sont liées, pendant la déformation, par une relation linéaire à coefficients qui ne dépendent que de M et de la famille de surfaces isothermiques obtenue par déformation de Σ.

2° Si S correspond à Σ, dans une déformation conforme, et si le point N correspond à M dans cette déformation, la transformation conforme qui amène le repère attaché à S en N sur le repère attaché à Σ en M amène les lignes de courbure Γ_1 et Γ_2 de S passant par M dans des positions Γ'_1 et Γ'_2. Γ'_1 et Γ'_2 ont, respectivement avec C_1 et C_2, en M un contact d'ordre 4. En général, si le contact réalisé était d'ordre supérieur à 4, S et Σ seraient superposées par le déplacement conforme précédemment défini, et S ne serait pas une déformée de Σ.

Cependant, en un point où $\alpha = \alpha_2 = \beta_1 = 0$ [1], C_1 et Γ'_1 peuvent avoir un contact d'ordre 5 sans que S et Σ soient égales au sens conforme. En un tel point, il y aurait une infinité de sphères osculatrices à la ligne de courbure C_1 (et de même à Γ'_1). Une ligne de courbure C_1 composée uniquement de tels points serait un cercle. Et, dans le déplacement défini plus haut, Γ'_1 serait confondue avec C_1.

Nota. — Tous ces résultats ont été obtenus comme cas particuliers d'une théorie des courbes tracées sur les surfaces en géométrie conforme (et à connexion conforme), que nous avons établie.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Invariants canoniques d'un groupe fonctionnel.* Note de M. N. SALTYKOW, présentée par M. Élie Cartan.

Considérons l'équation aux dérivées partielles

$$F(x_1, x_2, \ldots, x_n, p_1, p_2, \ldots, p_n) = 0, \tag{1}$$

p_s désignant la dérivée $\partial z/\partial x_s$ de la fonction inconnue z. Supposons que l'équation linéaire des caractéristiques correspondante

$$(F, f) = 0 \tag{2}$$

admette le groupe fonctionnel de r intégrales distinctes en involution

$$f_1, f_2, \ldots, f_r \quad (r > 2n-1), \qquad D\left(\frac{f_1, f_2, \ldots, f_r}{p_1, p_2, \ldots, p_r}\right) \neq 0. \tag{3}$$

([2]) α, β et $\beta_2 = \alpha_1$ sont conservés dans la déformation conforme.

Soit l'intégrale complète du système

$$(4)\qquad f_i = a_i \qquad (i = 1, 2, \ldots, r),$$

a_i étant des constantes arbitraires, donnée par la formule

$$(5)\qquad Z = V(x_1, x_2, \ldots, x_n; a_1, a_2, \ldots, a_r; C_1, C_2, \ldots, C_{n-r}) + C,$$

où $C_1, C_2, \ldots, C_{n-r}$, C représentent des constantes arbitraires distinctes.

Cela étant, les formules de N. Saltykow [1] fournissent, par différentiation, le système complet canonique des intégrales distinctes du système linéaire

$$(f_i, f) = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, r)$$

qui se présentent sous la forme

$$(6)\qquad f_1, f_2, \ldots, f_r, \quad \varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_{n-r}, \quad \psi_1, \psi_2, \ldots, \psi_{n-r}.$$

Les fonctions (6) représentent, en même temps, le système complet des invariants différentiels [2] du groupe (3). Nous allons les appeler *invariants différentiels canoniques*.

Grâce à leurs propriétés canoniques on obtient immédiatement le résultat suivant :

Si la fonction F *ne figure point parmi les* (6), *elle est de la forme*

$$F = \Psi(f_1, f_2, \ldots, f_r, \psi_1, \psi_2, \ldots, \psi_{n-r}, \varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_{n-r}),$$

et l'équation (2) *sera remplacée par la suivante*

$$\sum_{i=1}^{n-r}\left(\frac{\partial\Psi}{\partial\varphi_i}\frac{\partial\varphi}{\partial\psi_i} - \frac{\partial\Psi}{\partial\psi_i}\frac{\partial\varphi}{\partial\varphi_i}\right) = 0,$$

les quantités $f_1, f_2, \ldots, f_r$ *y figurent à titre de paramètres constants. Quant à l'équation aux dérivées partielles* (1), *elle sera remplacée par la suivante*

$$\Psi(f_1, f_2, \ldots, f_r, \psi_1, \psi_2, \ldots, \psi_{n-r}, \varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_{n-r}) = 0,$$

les quantités $\psi_1, \psi_2, \ldots, \psi_{n-r}$ *étant considérées comme indépendantes, tandis*

---

(1) *Méthodes classiques d'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre*, 19, p. 35, Paris, 1931.

(2) N. Saltykow, *Étude sur l'évolution des méthodes modernes d'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre*, Paris, 1934, p. 23; N. Saltykow, *Les progrès et les problèmes actuels de la théorie des équations aux dérivées partielles du premier ordre à une fonction inconnue*, Paris, 1936, p. 5.

que $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_{n-r}$ *y figurent comme les dérivées partielles, prises par rapport à ces dernières, de la nouvelle fonction inconnue, les* $f_1, f_2, \ldots, f_r$ *étant des constantes. Ce résultat s'étend immédiatement à un système d'équations linéaires.*

Le théorème énoncé représente la généralisation de celui, formulé dans les *Comptes rendus* du 6 novembre 1933, p. 1023, qui a été d'un caractère conventionnel. De plus, il importe d'établir les formules de transformation qui devraient permettre de produire la transformation inverse des variables. Il suffit dans ce but de profiter de la théorie des transformations de contact *restreintes* ([3]), en prenant l'intégrale complète (5) comme formule principale de ladite transformation.

Le théorème exposé donne le moyen de réduire le nombre des variables chaque fois que se présenteraient des difficultés pour achever l'intégration.

Comme exemple considérons la réduction au quatrième ordre du système canonique du problème des trois corps en variables de Delaunay

$$(7)\qquad \left\{\begin{array}{l} \dfrac{dL_i}{dt} = \dfrac{\partial F}{\partial l_i}, \quad \dfrac{dG_i}{dt} = \dfrac{\partial F}{\partial g_i}, \quad \dfrac{dH_i}{dt} = \dfrac{\partial F}{\partial h_i}, \\[2ex] \dfrac{dl_i}{dt} = -\dfrac{\partial F}{\partial L_i}, \quad \dfrac{dg_i}{dt} = -\dfrac{\partial F}{\partial G_i}, \quad \dfrac{dh_i}{dt} = -\dfrac{\partial F}{\partial H_i} \end{array}\right. \qquad (i = 1, 2).$$

Les trois intégrales des aires correspondantes se présentent sous la forme

$$(8)\qquad f_1 \equiv H_1 + H_2 = C, \quad f_2 \equiv G_1^2 - G_2^2 + H_2^2 - H_1^2 = 0, \quad f_3 \equiv h_1 - h_2 = 180^\circ.$$

Ces dernières intégrales forment un groupe fonctionnel.

Considérons d'abord la première et la dernière intégrale (8) qui se trouvent en involution. Elles n'impliquent que deux couples des variables conjuguées H_i et h_i. Introduisant le principe de Liouville pour intervertir la classe d'un couple de deux variables conjuguées, la théorie exposée donne le système des huit équations canoniques. Elles s'obtiennent simplement en effaçant dans le système (7) les quatre équations de la dernière colonne et en remplaçant dans les autres f_1 et f_3 respectivement par C et 180°.

Enfin, les deux premières intégrales (8) étant de même en involution, on trouvera d'une manière analogue à la précédente une seconde transformation. C'est celle que H. Poincaré avait obtenue intuitivement.

([3]) N. Saltykow, *Mémoires publiés par la Classe des Sciences de l'Académie Royale de Belgique*. Collection in-4°. 2e série, 6, IV, 1925, Chap. XII.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les maxima des dérivées successives d'une fonction.* Note de M. **Ayzyk Gorny**, présentée par M. Paul Montel.

Étant donnée une fonction $f(x)$ indéfiniment dérivable, avec des dérivées bornées sur tout l'axe réel, on sait qu'il existe une suite A_n dont le logarithme est convexe, telle qu'on ait

$$A_n \leq \max |f^n(x)| \leq c^n A_n,$$

où c peut être pris égal à 50, par exemple. La suite $\log A_n$ est fournie par les ordonnées du polygone de Newton de la suite $\log M_n$, où $M_n = \max |f^{(n)}(x)|$. Ceci est une conséquence de certaines inégalités entre les maxima des dérivées successives d'une fonction ([1]). M. Kolmogoroff a d'ailleurs indiqué récemment ([2]) les inégalités précises et a montré que le facteur exponentiel c^n peut être remplacé par une constante inférieure à $\pi/2$.

J'ai réussi à démontrer la réciproque suivante de la proposition rappelée ci-dessus :

Quelle que soit la suite A_n dont le logarithme est convexe, on peut déterminer une fonction $f(x)$, indéfiniment dérivable sur tout l'axe réel et satisfaisant aux inégalités

$$A_n \leq \max |f^n(x)| \leq 20^{n+1} A_n$$

pour toutes les valeurs de $n > 0$.

La fonction $f(x)$ est définie par la relation

$$f(x) = \sum_{k=0}^{\infty} A_{n_k} \frac{\cos \lambda_k x}{\lambda_k^{n_k}} + \sum_{k=0}^{\infty} A_{n_k} \frac{\sin \lambda_k x}{\lambda_k^{n_k}},$$

les A_{n_k} étant une suite extraite de la suite A_n de manière qu'on ait

$$2^{n_k} \leq \frac{A_{n_k+1}}{A_{n_k}} \leq \frac{A_{n_k+2}}{A_{n_k+1}} \leq \ldots \leq \frac{A_{n_{k+1}}}{A_{n_{k+1}-1}} \leq 2^{n_k+1},$$

$$n_0 < n_1 < n_2 < \ldots < n_k < \ldots,$$

et

$$\lambda_k = \left(\frac{A_{n_{k+1}}}{A_{n_k}} \right)^{\frac{1}{n_{k+1} - n_k}}.$$

([1]) Voir par exemple Gorny, *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 1245 et H. Cartan, *ibid.*, 208, 1939, p. 414.

([2]) *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 764.

Remarquons d'ailleurs qu'une légère modification du raisonnement permet de déterminer une fonction $f(x)$ satisfaisant aux relations

$$A_n \leq \max |f^{(n)}(x)| \leq c(\varepsilon)(1+\varepsilon)^n A_n,$$

quel que soit $\varepsilon > 0$; il est probable qu'on peut, comme dans l'énoncé de M. Kolmogoroff, remplacer le facteur $c(\varepsilon)(1+\varepsilon)^n$ par une constante.

Les propositions que nous énonçons ici et dont la démonstration sera publiée dans un autre Recueil, permettent de résoudre plusieurs problèmes concernant les classes de fonctions indéfiniment dérivables sur tout l'axe réel. Par exemple, on déduit sans difficulté de la proposition réciproque que la *condition*

$$0 < \alpha < \sqrt[n]{\frac{\overline{m}_n}{\overline{m}'_n}} < \beta < \infty$$

est nécessaire pour que les deux classes $\{m_n\}$ *et* $\{m'_n\}$ *de fonctions soient identiques sur l'intervalle* $(-\infty, \infty)$, $\log \overline{m}_n$ et $\log \overline{m}'_n$ désignant les ordonnées correspondant à la valeur n de l'abscisse du polygone de Newton des suites $\log m_n$ et $\log m'_n$. Ceci est d'ailleurs un résultat de M. Mandelbrojt sur les séries de Fourier; cette condition est aussi suffisante, comme je l'ai fait remarquer dans la Note citée.

Il est vraisemblable qu'on peut énoncer une proposition analogue valable pour l'intervalle fini ouvert ou fermé, en considérant, au lieu d'une suite dont le logarithme est convexe, d'autres suites régularisées introduites par M. Mandelbrojt [3] et des séries de polynomes au lieu de séries de fonctions trigonométriques.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un problème d'extremum pour les fonctions définies sur tout l'axe réel.* Note de M. **Béla de Sz. Nagy**, présentée par M. Paul Montel.

$f(x)$ étant une fonction réelle et continue, définie sur $(-\infty, \infty)$, posons

$$J_p(f) = \int_{-\infty}^{\infty} |f(x)|^p \, dx \quad \text{et} \quad M_n(f) = \max_{x,h} \left| h^{-n} \sum_{\nu=0}^{n} (-1)^\nu f(x+\nu h) \right|$$

$$(n = 1, 2, 3, \ldots;\ p \geq 1;\ 0 \leq J_p(f) \leq \infty,\ 0 \leq M_n(f) \leq \infty).$$

---

(3) Voir à ce sujet S. Mandelbrojt, *Séries de Fourier et classes quasi analytiques de fonctions*, Paris, 1935, p. 91-100 et Mandelbrojt et H. Cartan, *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 555.

Les nombres n et p étant donnés, on peut choisir une constante positive k_{np} telle que l'on ait l'inégalité

$$[M_n(f)]^{\frac{1}{n}} \geqq k_{np}[J_p(f)]^{-1} \qquad \{\textit{posons } [J_p(f)]^{-1} = 0 \text{ si } J_p(f) = \infty\},$$

pour toutes les fonctions $f(x)$ avec $f(0)=1$; k_{np} étant la plus grande constante ayant cette propriété, est au moins égal à

$$\frac{2}{p+1}\,\frac{C_n^{\frac{n-1}{n}}}{C_{n-1}}, \quad \textit{où } C_k \textit{ désigne l'expression } \frac{4}{\pi}\sum_{\nu=0}^{\infty}\left(\frac{(-1)^\nu}{2\nu+1}\right)^{k+1}.$$

Dans la démonstration, il suffit de considérer les fonctions $f(x)$ avec $M_n(f)$ fini. On peut même se borner, par raison d'homogénéité, aux fonctions telles que $M_n(f) \leqq 1$. Soit F_n la sous-classe de ces dernières fonctions ([1]). k_{np} se présente alors comme le minimum de $J_p(f)$ lorsque $f(x)$ parcourt F_n. *Le minimum est atteint pour une et une seule fonction $\varphi_{np}(x)$ de F_n.* C'est une fonction paire, bornée en module par 1. On peut montrer, de plus, que $\varphi_{np}(x)$ est une intégrale indéfinie n-fois itérée d'une fonction qui ne prend que les valeurs 1, -1 et 0. Les relations $|\varphi_{np}(x)| \leqq 1$ et $|\varphi_{np}^{(n)}(x)| \leqq 1$ ayant donc lieu, on déduit d'un théorème de M. Kolmogoroff que $|\varphi'_{np}(x)|$ est borné par $c_n = C_{n-1}\,C_n^{(1-n)/n}$ ([2]). Il s'ensuit que

$$\varphi_{np}(x) \geqq \varphi_{np}(0) - c_n|x| = 1 - c_n|x|$$

sur $(-1/c_n, 1/c_n)$, ce qui entraîne en effet que $k_{np} = J_p(\varphi_{np}) \geqq 2/(p+1)c_n$.

Il est facile de voir que $\varphi_{1p}(x)$ *est égal à* $1-|x|$ *sur* $(-1, 1)$ *et qu'il s'annulle ailleurs,* k_{1p} *étant donc égal à* $2/(p+1)$.

Lorsque n est un entier pair, $\varphi_{np}(x)$ prend aussi des valeurs négatives. Envisageons en particulier le cas $n=2$, où *la recherche de k_{2p} et de $\varphi_{2p}(x)$ peut être réduite à un problème algébrique à une seule variable.*

Le paramètre t variant de 1 à $\sqrt{2}$, définissons une famille de fonctions $f_t(x)$ par les conditions suivantes :

1° $f_t(-x) = f_t(x)$;

2° $f_t(x) = 1 - \frac{1}{2}x^2$ pour $0 \leqq x \leqq t$;

3° $f_t(x) = 1 - \frac{1}{2}t^2 - t(x-t) + \frac{1}{2}(x-t)^2$ pour $t \leqq x \leqq 2t$;

4° $f_t(x+2t) = (1-t^2)\,f_t\left[x(t^2-1)^{\frac{1}{2}}\right]$ pour $x \geqq 0$

([1]) F_n contient donc les fonctions continues $f(x)$ telles que $f(0)=1$ et $M_n(f) \leqq 1$.

([2]) Cf. A. Kolmogoroff, *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 764.

et

5° $$f_t(x) = 0 \quad \text{pour} \quad x \geqq 2t\left[1 - (t^2 - 1)^{-\frac{1}{2}}\right]^{-1}.$$

Ces fonctions appartiennent évidemment à F_2.

On peut montrer que $\varphi_{2p}(x)$ satisfait aux conditions 1 — 5 pour une valeur $t = t_p$, c'est-à-dire que $\varphi_{2p}(x) = f_{t_p}(x)$. Le nombre t_p se détermine par la condition que $J_p(f_t)$ atteigne en t_p sa valeur minimum sur $1 < t < \sqrt{2}$. Mais cette fonction $J_p(f_t)$ de t est connue et relativement simple. En effet, on a, en vertu de 1 — 5, la relation

$$J_p(f_t) = 2\left[1 - (t^2 - 1)^{p+\frac{1}{2}}\right]^{-1} \int_0^t \left[\left(1 - \frac{1}{2}x^2\right)^p + \left|1 - \frac{1}{2}t^2 - tx + \frac{1}{2}x^2\right|^p\right] dx.$$

Dans le cas $p = 2$, on obtient par exemple la fonction

$$J_2(f_t) = 2\left[1 - (t^2 - 1)^{\frac{5}{2}}\right]^{-1}\left(2t - 2t^3 + \frac{23}{30}t^5\right).$$

Dans $(1, \sqrt{2})$, le minimum de cette fonction est atteint pour

$$t_2 = \sqrt{2}\left(1 + \sqrt{1 - \varepsilon^2}\right)^{-\frac{1}{2}},$$

où ε a la valeur $(\sqrt{33} - 3)/6$

$$\left(t_2 = 1{,}029\ldots, \qquad \frac{114}{75} < J_2(f_{t_2}) = k_{22} < \frac{115}{75}\right).$$

THÉORIE DES GROUPES. — *Une généralisation de la notion de sous-groupe invariant.* Note (¹) de M. **Marc Krasner**, présentée par M. Jacques Hadamard.

1. Soient G un groupe et g un sous-groupe de G. g sera dit *semi-permutable à gauche* respectivement *à droite* avec un $c \in G$ si $gc \supseteq cg$ respectivement $gc \subseteq cg$; g sera dit *semi-permutable* avec c s'il est semi-permutable à gauche ou à droite avec lui.

g sera dit *infra-invariant* dans G s'il est semi-permutable avec tout $c \in G$. Dans ce cas, un $c \in G$ sera dit *gauche*, *central*, *droit* pour g si respectivement $gc \supset cg$, $gc = cg$, $gc \subset cg$. Les ensembles des éléments de G gauches,

(¹) Séance du 5 juin 1939.

centraux, droits pour g seront notés Γ, C, Δ. g ne peut être infra-invariant dans G sans y être invariant que si G a des éléments d'ordre infini par rapport à g, parce que $c \in \Gamma$ entraîne $c^{-1} \in \Delta$ et, pour tout $n > 0$, $c^n \in \Gamma$.

Voici un exemple d'un groupe G possédant un sous-groupe infra-invariant, mais non invariant g. Soient D l'ensemble des fractions rationnelles dont le dénominateur est une puissance de 2 (la valeur $2^0 = 1$ de ce dénominateur n'est pas exclue), et E l'ensemble des entiers rationnels. Définissons de la manière suivante une loi de composition dans l'ensemble $G = (D, E)$ des couples ordonnés (a, b), $a \in D$, $b \in E$

$$(1) \qquad (a, b)(\bar{a}, \bar{b}) = (a + 2^b \bar{a}, b + \bar{b}) \qquad (a, \bar{a} \in D;\ b, \bar{b} \in E).$$

Manifestement, (a, b) $(\bar{a}, \bar{b})$ est encore un élément de G si (a, b) et $(\bar{a}, \bar{b})$ le sont. D'autre part, la loi de composition (1) est associative, parce que $[(a, b)(\bar{a}, \bar{b})](\bar{\bar{a}}, \bar{\bar{b}})$ et $(a, b)[(\bar{a}, \bar{b})(\bar{\bar{a}}, \bar{\bar{b}})]$ sont égaux tous les deux à $(a + 2^b\bar{a} + 2^{b+\bar{b}}\bar{\bar{a}}, b + \bar{b} + \bar{\bar{b}})$. Enfin $(0, 0)$ est une unité bilatère pour la loi (1) et chaque élément (a, b) de G possède un inverse $(-2^{-b}a, -b)$. Donc G est un groupe par rapport à la loi (1). Considérons le sous-ensemble $g = (E, 0)$ [autrement dit l'ensemble des $(a, 0)$, $a \in E$] de G; on a

$$(E, 0)(E, 0) = (E + 2^0 E, 0) = (E + E, 0) = (E, 0)$$

et $(a, 0)^{-1} = (-2^{-0}a, -0) = (-a, 0)$; donc g est un sous-groupe de G.

Soit $c = (a, b)$ un élément arbitraire de G. On a

$$gc = (E, 0)(a, b) = (E + 2^0 a, 0 + b) = (a + E, b)$$

et

$$cg = (a, b)(E, 0) = (a + 2^b E, b).$$

Si $b > 0$, on a $E \supset 2^b E$, donc $gc \supset cg$; si $b = 0$, on a $2^b E = E$, donc $gc = cg$; et si $b < 0$, on a $E \subset 2^b E$, donc $gc \subset cg$. Donc g est infra-invariant dans G sans y être invariant et $(a, b) \in G$ est gauche, central ou droit pour g suivant que $b > 0$, $b = 0$, $b < 0$.

La notion de l'infra-invariance peut se généraliser au cas des sous-hypergroupes réversibles au sens de MM. Ore et Dresher d'un hypergroupe. Une loi de Jordan-Hölder d'une forme curieuse a lieu pour certaines suites de tels sous-hypergroupes et cette loi a, dans un cas particulier, des applications importantes à la théorie des corps $\mathfrak{p}$-adiques. Ces résultats seront publiés ailleurs.

2. On peut définir à l'aide d'un sous-groupe infra-invariant g d'un

groupe G une arithmétique dans G n'ayant, d'ailleurs, d'autre intérêt que celui de la curiosité. En vertu de la définition d'éléments droits et centraux, C est un groupe (à savoir le normalisateur de g dans G) et $M = C \cup \Delta$ est un semi-groupe. M sera dit *semi-groupe des entiers* de G pour g.

Un $b \in G$ sera dit *divisible* par un $a \in G$, s'il existe un $m \in M$ tel que $am = b$. Si $a^{-1}b$ n'est pas un élément de M, on a $a^{-1}b \in \Gamma$, donc $b^{-1}a = (a^{-1}b)^{-1} \in \Delta \subset M$. Donc, *ou bien a divise b, ou bien b divise a*. Si à la fois $a \mid b$ et $b \mid a$, ce qui a lieu si et seulement si $a^{-1}b \in C$, a et b seront dits *associés*. Si $1 \mid a$, c'est-à-dire si $1^{-1}a = 1a = a \in M$, a est dit *entier*. Si a est associé de 1, c'est-à-dire si $a \in C$, a est dit *unité*.

On attachera à chaque $a \in G$ un objet $v(a)$, dit sa *valuation*, de telle manière que $v(a) = v(b)$ ait lieu si et seulement si a et b sont associés, c'est-à-dire $aC = bC$. On ordonnera l'ensemble V des $v(a) (a \in G)$, dit *ensemble de valuation*, en posant $v(a) < v(b)$ quand $a \mid b$ et $b \nmid a$. On a, pour tout $d \in G$, $v(da) <$ ou $=$ ou $> v(db)$ quand respectivement $v(a) <$ ou $=$ ou $> v(b)$. Si $v(a) < v(1)$, on a $v(a^{-1}) > v(1)$, et inversement.

L'ensemble de valuation V est en correspondance biunivoque avec l'ensemble des classes à droite de G, suivant C, et s'organise en hypergroupe de classes à droite isomorphe au quotient droit ([1]) de G par C, si l'on définit le composé $v_1 v_2$ de ses deux éléments v_1, v_2 comme l'ensemble de toutes les valuations distinctes que peuvent avoir des produits ab tels que $v(a) = v_1$, $v(b) = v_2$. Cet hypergroupe, dit *hypergroupe de valuation*, n'est groupe que si C est invariant dans G.

J'ai prouvé que, si l'ensemble ordonné V est semblable à l'ensemble ordonné des entiers rationnels, C est invariant dans G et l'hypergroupe $V \simeq G/C$ est un groupe cyclique dénombrable.

THÉORIE DES GROUPES. — *Une méthode de construction de sous-groupes infra-invariants*. Note de M. **Léo Kaloujnine**, présentée par M. Jacques Hadamard.

M. Marc Krasner, introduisant ([1]) la notion de sous-groupes *infra-invariants* d'un groupe, appelle un sous-groupe g d'un groupe G

([1]) Voir par exemple Krasner, *Mémoires de l'Acad. de Belgique*, 11, 1937, iv, p. 27, ou Ore et Dresher, *Amer. Journ. of Math.*, 9, 1938, p. 719-720).

([1]) Voir ci-dessus, p. 1867, la Note de M. Marc Krasner.

infra-invariant dans G si pour tout $c \in G$ on a une des relations suivantes : $g \subset cgc^{-1}$ (auquel cas c est dit élément *droit* pour g), $g = cgc^{-1}$ (auquel cas c est dit *central* pour g), ou $g \supset cgc^{-1}$ (auquel cas c est dit *gauche* pour g). Visiblement, la transformation de g par un élément gauche ou central pour g est un *méromorphisme* de g.

Bornons-nous au cas où, pour deux éléments quelconques c, d de G, on a $cdgd^{-1}c^{-1} = dcgc^{-1}d^{-1}$. Alors, pour c gauche ou central pour g, cgc^{-1} est invariant dans g.

Inversement, soit g un groupe (dont l'unité sera notée e) et soit M un semi-groupe commutatif de méromorphismes μ de g (contenant l'isomorphisme identique ε de g) tel que : 1° si $\mu_1, \mu_2 \in M$ et si $\mu_1 \neq \mu_2$ ou bien $\mu_1 g \subset \mu_2 g$ ou bien $\mu_1 g \supset \mu_2 g$; 2° pour tout $\mu \in M$, μg soit invariant dans g. Alors, il est possible de construire un groupe G, où g sera un sous-groupe infra-invariant tel que tous les éléments μ de M seront les transformés de g par certains $c \in G$ gauches ou centraux (quand $\mu = \varepsilon$) pour g.

Formons l'ensemble des couples ordonnés $\Lambda = (a, \mu)(a \in g, \mu \in M)$. Deux couples seront dits équivalents ($\Lambda_1 \sim \Lambda_2$), quand ils pourront être mis sous la forme $\Lambda_1 = (\sigma a, \sigma\mu)$, $\Lambda_2 = (\tau a, \tau\mu)(a \in g; \sigma, \tau, \mu \in M)$. On voit que cette équivalence est une relation classifiante. Désignons l'ensemble de classes ainsi obtenues par $\overline{g}$. Λ étant un représentant d'une classe de couples, cette classe sera notée $[\Lambda]$. Définissons une loi de composition dans $\overline{g}$ de la manière suivante :

$$[(a_1, \mu_1)][(a_2, \mu_2)] = [(\mu_2 a_1 . \mu_1 a_2, \mu_1 \mu_2)].$$

En vertu de la commutativité de M, le composé de deux classes ne dépend pas du choix de leurs représentants. On a

$$[(a, \mu_0)][(e, \varepsilon)] = [(e, \varepsilon)][(a, \mu_0)] = [(a, \mu_0)].$$

Donc $E = [(e, \varepsilon)]$ est unité bilatère dans $\overline{g}$. Enfin

$$\begin{aligned}[(a, \mu)][(a^{-1}, \mu)] &= [(\mu a . \mu a^{-1}, \mu^2)] = [(\mu(aa^{-1}), \mu^2)] \\ &= [(\mu e, \mu^2)] = [(\mu^2 e, \mu^2)] = [(e, \varepsilon)] = E.\end{aligned}$$

$\overline{g}$ est un groupe. Identifions l'élément $[(a, \varepsilon)]$ de $\overline{g}$ avec l'élément a de g, qui devient ainsi un sous-groupe de $\overline{g}$. La correspondance

$$[(a, \mu')] \rightarrow [(\mu a, \mu')]$$

est un automorphisme de $\overline{g}$ parce que c'est un méromorphisme de $\overline{g}$ et parce que $[(a, \mu')] \rightarrow [(a, \mu'\mu)]$ est la correspondance inverse. Visiblement,

cet automorphisme de $\overline{g}$ induit dans g le méromorphisme μ et pour cette raison, sera désigné par la même lettre. Soit A le groupe d'automorphismes de $\overline{g}$ engendré par M. Visiblement, chaque élément α de A est une correspondance de la forme $[(a, \mu)] \rightarrow [(\mu_1 a, \mu_2 \mu)]$, où μ_1, μ_2 sont deux éléments de M, donc est de la forme $\mu_1 \mu_2^{-1}$. Donc $\alpha g = [(\mu_1 g, \mu_2)]$. On a $g \supset \alpha g$, $g = \alpha g$ ou $g \subset \alpha g$, suivant que $\mu_1 g \subset$ ou $=$ ou $\supset \mu_2 g$. Tout αg est invariant dans $\overline{g}$, car

$$[(b, \sigma)][(\mu_1 g, \mu_2)][(b^{-1}, \sigma)] = [(\sigma\mu_2 b . \sigma^2 \mu_1 g . \sigma\mu_2 b^{-1}, \sigma^2 \mu_2)] = [((\mu_2 b)\sigma\mu_1 g(\mu_2 b)^{-1}, \sigma\mu_2)]$$
$$= [(\sigma\mu_1 g, \sigma\mu_2)] = [(\mu_1 g, \mu_2)].$$

Construisons maintenant l'holomorphe du groupe $\overline{g}$, relatif au groupe d'automorphismes A; c'est-à-dire l'ensemble G des couples ordonnés $(\overline{a}, \alpha)$ $(\overline{a} \in \overline{g}, \alpha \in A)$ avec la loi de composition

$$(\overline{a}_1, \alpha_1)(\overline{a}_2, \alpha_2) = (\overline{a}_1 \alpha_1 \overline{a}_2, \alpha_1 \alpha_2).$$

Cette loi de composition est associative parce que

$$[(\overline{a}_1, \alpha_1)(\overline{a}_2, \alpha_2)](\overline{a}_3, \alpha_3) = (\overline{a}_1, \alpha_1)[(\overline{a}_2, \alpha_2)(\overline{a}_3, \alpha_3)] = (\overline{a}_1 \alpha_1 . \overline{a}_2 . \alpha_1 \alpha_2 \overline{a}_3, \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3).$$

(E, ε) est unité pour cette loi de composition, et, enfin

$$(\overline{a}, \alpha)(\alpha^{-1} \overline{a}^{-1}, \alpha^{-1}) = (E, \varepsilon).$$

Donc G est un groupe. Identifions $(\overline{a}, \varepsilon)$ avec l'élément $\overline{a}$ de $\overline{g}$. Alors pour tout $c = (\overline{a}, \alpha) \in g$ on a

$$cgc^{-1} = (\overline{a}, \alpha)(g, \varepsilon)(\alpha^{-1} \overline{a}^{-1}, \alpha^{-1})$$
$$= (\overline{a} . \alpha g . \alpha \varepsilon \alpha^{-1} . a^{-1}, \alpha \varepsilon \alpha^{-1}) = (a . \alpha g . \overline{a}^{-1}, \varepsilon) = (\alpha g, \varepsilon) = \alpha g,$$

Donc, ou bien $cgc^{-1} \supset g$, ou bien $cgc^{-1} = g$, ou bien $cgc^{-1} \subset g$, et g est infra-invariant (mais non invariant) dans G. On voit facilement que $c = (E, \mu)$ induit dans g justement le méromorphisme μ.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur les transformations pseudo-conformes admettant un point-frontière invariant.* Note [1] de M. **Sylvain Wachs**, présentée par M. Paul Montel.

En utilisant les résultats de M. Bergmann, d'après lesquels on peut attacher à chaque domaine de l'espace complexe à deux dimensions une

(1) Séance du 5 juin 1939.

métrique hermitienne invariante par rapport aux transformations pseudo-conformes (que nous désignerons désormais par l'abréviation T. P.), nous avons étudié, dans deux Notes précédentes [2], quelques propriétés des T. P. changeant un domaine $\mathcal{B}$ en $\mathcal{G} \subset \mathcal{B}$ et laissant fixe un point Q de la frontière de $\mathcal{B}$ en nous bornant au cas où les domaines de comparaison [3] au voisinage de Q sont des hypersphères ou des bicylindres et, dans ce dernier cas, nous supposions de plus que le point Q n'appartenait pas à la surface remarquable de ces bicylindres. Dans la présente Note nous admettrons au contraire que Q appartient à cette surface.

Résumons d'abord les hypothèses que nous faisons sur $\mathcal{B}$: 1° $\mathcal{B}$ est tout entier à distance finie; 2° la frontière de $\mathcal{B}$ comprend un morceau des deux hypersurfaces analytiques.

$$i_1^3 = \mathrm{E}[Z_1 = h(Z_2\lambda),\ 0 \leq \lambda \leq 2\pi]; \qquad i_2^3 = \mathrm{E}[Z_2 = e^{i\mu},\ 0 \leq \mu \leq 2\pi] \quad [4].$$

où $h(Z_2\lambda)$ est, pour toute valeur de λ, une fonction analytique de Z_2 définie dans un domaine suffisamment grand, la dérivée $h'_\lambda(Z_2\lambda)$ étant finie et positive; les i^3 sont les ensembles réunion des morceaux de surfaces analytiques $\mathcal{J}_1^2(\lambda)$ et $\mathcal{J}_2^2(\mu)$.

3° Q appartient à chacune de ces surfaces $\mathcal{J}_1^2(\lambda_0)$ et $\mathcal{J}_2^2(\mu_0)$. Par la transformation $z_1 = [h(Z_2\lambda_0) - Z_1]/ih'_\lambda(Z_2\lambda_0)$, $z_2 = Z_2 - e^{i\mu_0}$, nous introduisons des coordonnées simultanément normales par rapport aux lamelles $\mathcal{J}_1^2(\lambda_0)$ et $\mathcal{J}_2^2(\mu_0)$, la première étant située dans le plan $z_1 = 0$ et la seconde dans le plan $z_2 = 0$; nous supposons de plus que si le point $\{\gamma\}$ n'appartient ni à $\mathcal{J}_1^2(\lambda_0)$, ni à $\mathcal{J}_2^2(\mu_0)$, les points $\{0\gamma\}$ et $\{\gamma 0\}$ n'appartiendront pas à $\mathcal{B}$.

4° Enfin nous supposerons satisfaites les hypothèses 4° et 5° de la Note II.

Dans ces conditions, on démontre que les domaines de comparaison de $\mathcal{B}$ au point Q sont des bicylindres et que ce point appartient à leur surface remarquable. On a alors les théorèmes :

Théorème I. — *Étant donné un domaine $\mathcal{B}$, un point Q de sa frontière*

---

(2) S. Wachs, *Comptes rendus,* **206**, 1938, p. 1352; **208**, 1939, p. 1385.

(3) A ce sujet et pour la bibliographie, consulter les Notes précédentes.

(4) Bien que la forme de i_2^3 soit très particulière, ce cas se rencontre assez fréquemment. L'étude des domaines dont la frontière est formée d'un nombre fini d'hypersurfaces analytiques, est d'un très haut intérêt; l'intersection de ces hypersurfaces est la surface que M. Bergmann appelle surface remarquable du domaine; elle joue, au point de vue de la théorie des fonctions de plusieurs variables complexes, un rôle analogue à celui de la courbe frontière dans le cas d'une seule variable.

satisfaisant aux hypothèses précédentes, et une T. P.

$$\mathbf{W} = [w_k = w_k(z_1, z_2);\ k = 1, 2]$$

laissant Q *fixe et changeant* $\mathcal{B}$ *en* $\mathcal{G} \subset \mathcal{B}$, *s'il existe une suite dénombrable de points* $\{z_1^{(n)}, z_2^{(n)}\}$ *convergeant vers* Q *et telle que les expressions*

$$L_1^{(n)} = \frac{F(z_1^{\star(n)})}{F(w_1^{\star(n)})}, \qquad L_2^{(n)} = \frac{F(z_2^{\star(n)})}{F(w_2^{\star(n)})}, \qquad L_3^{(n)} = \frac{\operatorname{Log} F(z_1^{\star(n)})}{\operatorname{Log} F(z_2^{\star(n)})}$$

tendent vers des limites finies et positives $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3$ *lorsque* n *augmente indéfiniment, on a, en tout point* $\{z_1, z_2\}$ *suffisamment voisin de* Q, *l'inégalité*

$$\Gamma_2 \frac{F(z_2^\star)}{|z_2^\star|^2} \frac{|w_2^\star|^2}{F(w_2^\star)} \leq \left[\frac{F(w_1^\star)}{\Gamma_1 |w_1^\star|^2} \frac{|z_1^\star|^2}{F(z_1^\star)}\right]^{\Gamma_3},$$

en posant

$$F(u) = u + \bar{u} - u\bar{u}, \qquad z_k^\star = \frac{z_k}{\theta}, \qquad w_k^\star = \frac{w_k}{w_k + \theta} \qquad (k = 1, 2),$$

où $\bar{u}$ désigne le conjugué de u et θ un nombre ne dépendant que du domaine $\mathcal{B}$.

THÉORÈME II. — *Dans les mêmes conditions qu'au théorème précédent en remplaçant seulement dans* $L_1^{(n)}, L_2^{(n)}, L_3^{(n)}$ *les* $z^\star$ *et* $w^\star$ *par* $z'^\star$ *et* $w'^\star$ *et* $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3$ *par* $\Gamma'_1, \Gamma'_2, \Gamma'_3$, *si l'on suppose de plus qu'il existe à l'intérieur de* $\mathcal{G}$ *un bicylindre* $E = \mathsf{E}[|z_k - r| < r, (k = 1, 2)]$, *on a, en tout point* $\{z_1, z_2\}$ *suffisamment voisin de* Q, *l'inégalité*

$$\Gamma'_2 \frac{F(w_2'^\star)}{|w_2'^\star|^2} \frac{|z_2'^\star|^2}{F(z_2'^\star)} \leq \left[\frac{F(z_1'^\star)}{\Gamma'_1 |z_1'^\star|^2} \frac{|w_1'^\star|^2}{F(w_1'^\star)}\right]^{\Gamma'_3}.$$

avec $z_k'^\star = z_k(z_k + \theta)$; $w_k'^\star = w_k r$, $(k = 1, 2)$.

THÉORÈME III. — *Sous les mêmes hypothèses que dans les deux théorèmes précédents et en supposant en outre que la T. P.* $\mathbf{W}$ *change le domaine*

$$C(z) = \mathsf{E}\left[0 < m_1 < z_1 + \bar{z}_1 < m_2, \frac{|z_1|}{z_1 + \bar{z}_1} < m_3, 0 < z_2 + \bar{z}_2 < m_4, \frac{|z_2|}{z_2 + \bar{z}_2} < m_5\right]$$

en un domaine intérieur au domaine

$$C(w) = \mathsf{E}\left[0 < m'_1 < w_1 + \bar{w}_1 < m'_2, \frac{|w_1|}{w_1 + \bar{w}_1} < m'_3, 0 < w_2 + \bar{w}_2 < m'_4; \frac{|w_2|}{w_2 + \bar{w}_2} < m'_5\right],$$

le jacobien de $\mathbf{W}$ *est borné inférieurement et supérieurement en tout point du domaine* $\mathcal{C}(z)$ *par des quantités ne dépendant que des* m_i, m'_i, *des* Γ_j, Γ'_j *et de* $\mathcal{B}$.

Remarque. — Si $\Gamma_3 = \Gamma'_3 = 1$, on peut prendre $m_1 = m'_1 = 0$.

CINÉMATIQUE. — *Un intégrateur pour coordonnées polaires, rectangulaires et curvilignes.* Note [1] de M. **Jean Lugeon**, présentée par M. Charles Maurain.

Soient, en coordonnées polaires, $Y = \text{const.} + \int_{x_0}^{x_1} f(x, y)\, dx$, la courbe intégrale de la fonction $y = f(x)$, où Y est la longueur des arcs, x l'argument et y le rayon vecteur. On démontre qu'à tout instant $x_1 - x_0$, la roulette intégrante du planimètre radial donne Y, soit l'aire comprise entre la courbe y et les axes.

Quand le diamètre de la roulette et les unités des échelles Y et y ne sont pas convenables, l'intégration mécanique reste possible, si l'on écrit $Y = Y' + c$, où c est une constante proportionnelle à l'argument. J'ai pu supprimer cette addition dans mon planimètre radial à disque et pantographe, décrit dans ma Note précédente [2], et réaliser ainsi un *intégrateur pour coordonnées polaires*.

Cet instrument est immédiatement transformable en *intégrateur pour coordonnées rectangulaires* (*fig.* 1), si l'on substitue au mouvement circulaire du pôle du pantographe P, un mouvement linéaire, parallèle à la polaire de ce pôle par rapport au disque. Cette polaire est l'axe des x ou sa parallèle. Montrons que les trois conditions d'intégration mécanique sont ainsi réunies : 1° Lorsque le traçoir T suit l'axe des abscisses x, la roulette est au centre du disque; elle ne tourne ni ne glisse. 2° Lorsqu'au droit d'un x quelconque, le traçoir suit la verticale y, la roulette glisse sur son pied, mais sans tourner. 3° Lorsque le traçoir suit une ligne quelconque $y = f(x)$, la roulette est sollicitée par la rotation du disque dx et par le déplacement du traçoir dy. Mais, comme le rayon vecteur du pied de la roulette est en rapport d'homothétie avec y, elle enregistre une valeur proportionnelle à $\int y\, dx$, soit résout l'intégration.

Matérialisation. — On substitue au plateau solaire S de l'intégrateur à coordonnées polaires, une règle polaire XX, parallèle aux x, contre le bord rugueux de laquelle roule le galet G entraînant la translation et la rotation du disque D, dont il est solidaire. La base de l'étrier E, portant

---

[1] Séance du 5 juin 1939.

[2] *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1327 et 591.

les organes de l'appareil, est vissé sur le chariot C roulant dans une rainure longitudinale J, creusée dans la règle polaire.

Transformation en *intégrateur pour coordonnées curvilignes*, dans les deux cas : 1° du galvanomètre ; x linéaire, y proportionnel à l'argument

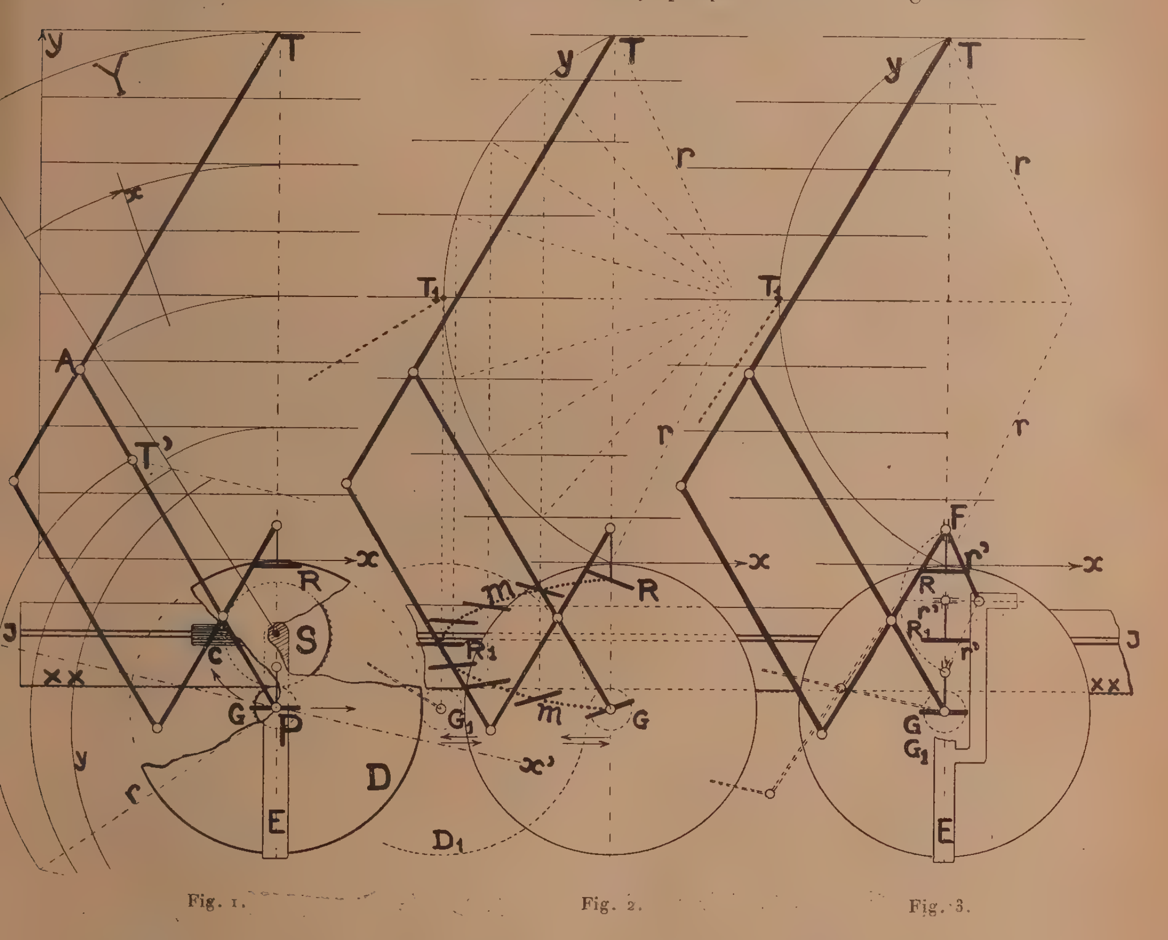


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

du rayon directeur porte-plume r, avec avancement rectiligne du papier (*fig.* 1 et 2) : 2° de l'enregistreur Richard, où la génératrice du cylindre, divisée en parties d'égale hauteur, est la courbe des y (*fig.* 3).

Cas 1°. — Si le disque est au repos, tout point T′ du bras PA du pantographe décrit un arc de cercle, dont le rayon T′P est choisi égal à r. Le traçoir T étant placé en T′, l'instrument jouit encore des propriétés énon-

cées, à condition que la règle polaire XX soit disposée parallèlement à l'axe des abscisses, lui-même parallèle à la bissectrice $x'x'$ de l'angle d'ouverture des ordonnées, passant par le pôle P du disque. La règle couvrant ainsi une partie du diagramme est un inconvénient, auquel on peut remédier par plusieurs variantes trigonométriques. Ainsi, sans changer de place T, il suffit de faire pivoter le plan de la roulette autour de son pied, de telle sorte que le mouvement relatif (trace m), résultant de son déplacement radial et de la rotation du disque, soit constamment maintenu nul, pendant que T suit l'ordonnée.

Cas 2°. — On dirige T le long des y par le petit bras du pantographe, dont l'extrémité F suit un arc de cercle r', homologue de r, tout en conservant le va-et-vient radial de l'axe de la roulette. L'appareil s'adapte alors à tout diagramme, en réglant la longueur de r'.

Ma méthode de calcul des altitudes d'un sondage aérologique se trouve de la sorte transformée de coordonnées polaires en coordonnées cartésiennes. Cet intégrateur simplifie aussi de nombreuses opérations. Ainsi, les moyennes d'heure en heure d'un diagramme de 24 heures se lisent à chaque heure sur la roulette, en suivant l'enregistrement, dispensant de contourner séparément chacune des 24 surfaces, comme dans le cas du planimètre ordinaire. En technique, l'intégrateur donne le moment statique etc.

MÉCANIQUE. — *Sur la résistance du mouvement d'un corps mobile dans un tube*. Note [1] de M. **G. Luneau**, présentée par M. Henri Villat.

Nous avons étudié la résistance au mouvement de plaques planes, mobiles dans un tube, dans les conditions suivantes :

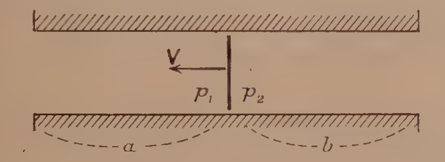
a. la plaque est animée d'un mouvement varié, sans discontinuité de vitesse;

b. le jeu laissé entre la plaque et les parois est négligeable.

Quand la plaque est mise en mouvement, des ondes de surpression et de dépression se forment sur ses faces et se propagent le long des parties amont et aval du tube, avec une vitesse voisine de la vitesse du son, jusqu'à ce qu'elles aient atteint les extrémités du tube; l'écoulement du fluide se fait alors conformément aux lois de Bernoulli. Chaque variation de vitesse

(1) Séance du 22 mai 1939.

dV/dt entraîne la formation d'une double onde, qui se transmet de la même façon. On admet que la longueur du tube est assez faible pour qu'on puisse considérer la propagation des ondes comme instantanée.



Appliquons alors au fluide le théorème des quantités de mouvement, pour déterminer les pressions p_1, p_2 qui s'établissent sur les deux faces de la plaque.

Nous aurons :

pression sur la face avant, $p_1 = p_0 + 1/2\,\rho V^2 + \rho a\, dV/dt$;

pression sur la face arrière, $p_2 = p_0 - 1/2\,\rho V^2 - \rho b\, dV/dt$.

Application au mouvement pendulaire d'une plaque mobile dans un tube cylindrique. — Les plaques sont fixées à la partie inférieure d'un long pendule de grande inertie; le tube a la forme d'une portion de tore.

La connaissance des pressions qui s'exercent sur les deux faces de la plaque permet de calculer à chaque instant la résistance opposée par le fluide au mouvement de la plaque. Si la nature du mouvement est mathématiquement définie, il est possible de déterminer l'énergie dissipée par cette résistance au mouvement. Nous trouvons

$$\frac{dE}{dt} = (p_1 - p_2)\,SV = \rho S\left(V^3 + lV\frac{dV}{dt}\right).$$

ρ, densité du fluide; S, section du tube; l, longueur du tube; V, vitesse de la plaque.

Appliquons au mouvement pendulaire; calculons l'énergie dépensée pendant un quart de période où l'accélération est positive. Il vient

$$E_0^{\frac{T}{4}} = \int_0^{\frac{T}{4}} \rho S V^3\, dt + \int_0^{\frac{T}{4}} \rho S l V \frac{dV}{dt}\, dt = I_1 + I_2.$$

Après intégration, nous trouvons

$$E_0^{\frac{T}{4}} = I_1 + I_2 = \frac{8}{3}\pi^2\frac{c^2}{T^2}\rho S + 2\pi^2\frac{c^2}{T^2}\rho S l \qquad (c = \text{amplitude du mouvement}).$$

Pour une période complète, le premier terme I_1 sera répété quatre fois;

le second I_2 devra être compté deux fois, pour les deux quarts de période où l'accélération est positive. On doit, en effet, admettre que l'énergie dépensée pour vaincre l'inertie du fluide pendant une phase accélérée n'est pas restituée pendant la phase retardée qui suit, mais est presque entièrement dissipée dans les mouvements turbulents qui s'établissent au sein du fluide pendant les phases retardées.

Nous aurons

$$E_0^T = 4I_1 + 2I_2 = 32\frac{\pi^2 c^3}{T^2}\rho S + \frac{4\pi^2 c^2}{T^2}\rho S l. \tag{1}$$

Vérification expérimentale. — L'énergie dissipée par période est mesurée par la diminution de l'énergie potentielle du pendule, que l'on détermine, en suivant par une méthode optique l'amortissement des oscillations :

$$E_0^T = Mg\lambda\,\theta\,\Delta\theta, \tag{2}$$

Mg, poids du pendule; λ, distance du c. g. à l'axe de rotation;
θ, amplitude angulaire; $\Delta\theta$, variation de θ pour une période.

Le tableau suivant permet d'établir la comparaison entre les valeurs de E calculées (1) et les valeurs de E mesurées (2).

	Amplitudes c (en cm)...	75.	50.	20.	10.
E	calculé (en kgm)...	$5,82.10^{-3}$	$1,84.10^{-3}$	$1,14.10^{-4}$	$3,21.10^{-5}$
	mesuré » ...	5,35 »	1,74 »	1,04 »	2,98 »

Les résultats montrent une bonne concordance entre le calcul et l'expérience. — Les écarts sont toujours inférieurs à 10 %. Les hypothèses que nous avons faites paraissent bien justifiées.

ASTRONOMIE STELLAIRE. — *L'absorption de la lumière des étoiles dans le plan galactique.* Note de M. **Victor Maitre**, transmise par M. Ernest Esclangon.

Il est généralement admis que l'absorption sélective de la lumière dans l'espace interstellaire explique l'excès de couleur observé pour les étoiles de type B.

Plusieurs méthodes ont été employées pour calculer le coefficient d'absorption. La difficulté d'un tel calcul peut provenir de l'inégale répartition de la matière absorbante dans les différentes régions du ciel, du petit nombre d'étoiles employées, de la façon d'estimer les distances et les

magnitudes absolues des étoiles et surtout des différentes manières dont on mesure les indices de couleur. C'est pour cette dernière raison que nous avons renoncé à l'idée de grouper plusieurs catalogues pour une étude statistique d'ensemble.

Nous nous proposons de calculer le coefficient d'absorption sélective par une méthode que nous avons exposée antérieurement ([1]) et que nous n'avons que légèrement modifiée. Elle consiste à ne faire intervenir aucune valeur individuelle de la distance et de la magnitude absolue des étoiles, mais seulement des fonctions de répartition de ces mêmes quantités.

Nous nous sommes servi du catalogue d'excès de couleur de Stebbins et Huffer ([2]); il se prête bien à une étude statistique, car les étoiles d'un même sous-type spectral y sont relativement nombreuses. D'autre part les indices de couleur normaux sont déterminés à partir d'étoiles extra-galactiques, ce qui élimine l'influence de l'absorption sur les couleurs normales.

Pour la répartition des distances, nous supposons que les étoiles sont réparties uniformément dans l'espace, et pour les magnitudes absolues nous prenons les répartitions de Strömberg ([3]).

Dans l'hypothèse que l'excès de couleur provient de l'absorption sélective de la lumière, la relation qui unit cet excès de couleur E à la distance r est supposée logiquement être de la forme

$$r = \alpha(\mathrm{E} - \mathrm{E}_0),$$

les quantités α et E_0 étant deux constantes à déterminer. Notre calcul est basé sur l'observation de 386 étoiles de types B0 à B5 et situées entre les latitudes galactiques $\pm 15°$; dans le calcul de r il a été tenu compte de l'absorption totale en employant le coefficient de Trumpler $0^{\mathrm{m}},35$ pour 1000 parsecs ([4]).

Nous trouvons la relation

$$r = 3.325(\mathrm{E} + 0{,}056),$$

r étant exprimé en parsecs. Ce qui donne le coefficient d'absorption $0^{\mathrm{m}},30$ pour 1000 parsecs, dans le système d'indice de couleur de Stebbins. Pour ramener cette valeur au système de W. Becker ([5]), nous avons calculé, au

---

([1]) BARBIER et MAITRE, *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 1170.

([2]) *Publ. of the Washburn Obs.*, 15, 1934, p. 5.

([3]) *Contr. Mt. Wilson*, 440, 1931 ou *Astrophys. J.*, 74, 1931, p. 342.

([4]) *Lick Obs. Bull.*, 420, 14, 1930, p. 167.

([5]) *Veröffentl. der Universitätssternwarte zu Berlin-Babelsberg*, X, 3, 1933.

moyen de 156 étoiles communes aux deux catalogues, une relation entre C_{SH}, indice de couleur de Stebbins et Huffer, et C_B, indice de couleur de W. Becker,

$$C_B = 0,613\, C_{SH} - 0,114.$$

Nous avons alors pour notre coefficient d'absorption la valeur $0^m,18$.

Un calcul différent, basé sur des indices de couleur pris également dans le même catalogue de Stebbins, a été effectué par Oort [6] qui trouve une absorption de $0^m,032$ pour 150 parsecs, c'est-à-dire $0^m,21$ pour 1000 parsecs, et dans le système de W. Becker $0^m,13$.

Par ailleurs Dufay [7], en utilisant le catalogue de W. Becker, mais en éliminant les étoiles *c*, trouve la valeur $0^m,16$, se servant des magnitudes absolues spectroscopiques.

CAPILLARITÉ. — *Rectification à une Note antérieure Sur un curieux effet de biréfringence dynamique obtenu pendant l'extension d'un film liquide.* Note de M. **Gabriel Duch**, présentée par M. Aimé Cotton.

En poursuivant les expériences qui avaient fait l'objet de notre Note du 15 mai, nous avons été conduit à interpréter autrement les faits observés.

La plage *y* (voir figure de la Note citée), qui part du voisinage du fil de traction *a*, pendant le développement du film et vient se situer en *y*, près de la surface du liquide, est une *focale* du prisme liquide à faces courbes dont l'angle au sommet décroît; elle ne correspond à aucun effet biréfringent.

La plage *x*, d'abord linéaire et qui tend vers un rectangle, correspond à l'image propre du film. Ainsi que nous l'avons indiqué dernièrement [1], nous l'attribuons à une superposition *striée* de lignes horizontales doubles et simples de molécules avec assemblage lâche dans le voisinage de la ligne de rupture. Nous pensons que cette plage doit être biréfringente, mais cet effet biréfringent n'est pas en réalité décelable avec nos moyens expéri-

---

(6) *Annales d'Astrophysique*, **1**, 1938, p. 71; *Bull. of the Astron. Instit. of the Netherlands*, **8**, 1938, p. 308.

(7) *Annales d'Astrophysique*, **1**, 1938, p. 219.

(1) *Soc. franç. de Phys.*, 434, 1939 (*Journ. de Phys.*, **10**, 7e série, 1939, p. 98 S).

mentaux actuels. Il faudrait pour le révéler superposer plusieurs milliers de films semblables à ceux de nos expériences.

La partie supérieure de la plage x manifeste un éclairement alors que les nicols sont à l'extinction. Cette partie correspond à du liquide appelé dans l'espace capillaire compris entre les montants de l'étrier et les deux nappes liquides rabattues sur lui. Ce liquide se rassemble sous le fil de traction et ne semble pas retourner dans la masse du prisme liquide. Il semble correspondre à celui qui est vaporisé dans le milieu ambiant sur la surface du film proprement dit.

Une mise au point très nette du film sur un écran blanc et uni permet d'apercevoir des stries verticales irisées et fugitives dont nous ne pouvons encore fournir d'explication.

CAPILLARITÉ. — *Mesure de la tension superficielle par la méthode statique de la lame dépolie.* Note de MM. **Marcel Abribat** et **André Dognon**, présentée par M. Aimé Cotton.

Une Note récente (¹) de M. Gabriel Duch renvoyant à une Communication de notre part à la Société de Physique (²) pourrait faire croire que nous avions étudié l'influence du support sur la valeur de la tension superficielle mesurée par une méthode dynamique. Pour dissiper tout malentendu à ce sujet, nous rappelons que la méthode de mesure proposée, et que nous utilisons depuis plus d'une année, consiste à appliquer le principe anciennement énoncé par Wilhemy et à mesurer, par une méthode de zéro, grâce à un couple antagoniste (par exemple électromagnétique ou de torsion) les forces qui s'exercent sur une lame mince dépolie, partiellement immergée à hauteur constante dans le liquide. Ces forces dépendent du périmètre apparent de la section de la lame, de la constante capillaire du liquide, et de l'angle de raccordement qui exprime le mouillement. Le perfectionnement que nous avons apporté, et qui donne à la méthode toute sa précision, consiste essentiellement à rendre le mouillement parfait, c'est-à-dire l'angle de raccordement nul, par emploi de lames convenablement *dépolies*, de préférence en platine, dont le nettoyage par chauffage est instantané et ne présente aucune difficulté. La perfection du mouillement est démontrée par l'absence totale de déformation du ménisque lors des

(¹) *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 157.
(²) *Soc. franç. de Phys.*, février 1939 (*Journ. de Phys.*, 7ᵉ série, **10**, 1939, p. 22 S).

déplacements de la lame, et à la constance des valeurs trouvées pour de légers déplacements verticaux de la surface liquide dans un sens ou dans l'autre, chose non réalisable avec des lames non dépolies. Il est probable que ce mouillement parfait est dû à l'ascension capillaire du liquide dans les nombreux sillons creusés dans la surface par le dépolissage, et qui entraîne le recouvrement de la lame par une gaine liquide continue. Le contact se fait alors entre liquide et liquide, non entre liquide et solide.

CAPILLARITÉ. — *Différentes structures de la buée déposée par le souffle sur certains corps gras.* Note [1] de M. **Roger Mérigoux**, présentée par M. Maurice de Broglie.

J'ai montré [2] que la structure microscopique de la buée déposée par le souffle sur la surface libre d'une huile paraffinique pouvait déceler la présence, dans cette huile, d'une faible quantité d'acide oléique. Un grand nombre de substances, autres que l'acide oléique, donnent lieu à des phénomènes analogues et peuvent être décelées par la même méthode.

Il semble que deux conditions doivent être simultanément remplies par une substance pour que sa présence puisse être ainsi révélée :

1° elle doit être soluble dans l'huile paraffinique, à froid ou après une élévation momentanée de la température, la concentration étant dans ce cas assez faible pour ne pas donner lieu à une précipitation ;

2° elle doit pouvoir former, à la surface libre de l'eau, une couche monomoléculaire.

On peut classer les substances ainsi décelables en deux catégories selon que la buée présente l'un ou l'autre de ces deux aspects suivants :

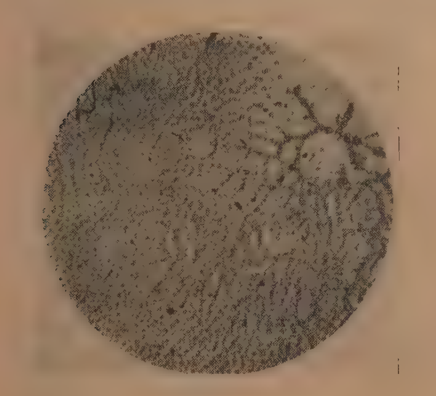
a. Les fines gouttelettes se rassemblent en plaques et crèvent facilement les unes dans les autres. Ces phénomènes ont été décrits dans le cas de l'acide oléique [2].

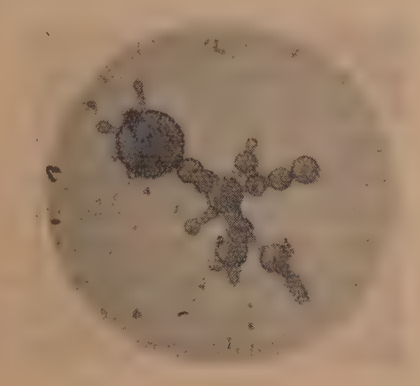
Ils se produisent également lorsque l'huile paraffinique contient les corps suivants en dissolution : cyclohexanol, cyclohexanone, acide propionique, acide butyrique, et en général par tout acide comprenant moins de 17 atomes de carbone : corps doués d'un groupement hydrophile et pouvant former sur l'eau, à la température ordinaire, une couche mono-

(1) Séance du 5 juin 1939.
(2) *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 47.

moléculaire *liquide* (l'acide palmitique formant seul un vernis moléculaire solide dont la température de semi-expansion est de 28°5) ([3]).

b. Les fines gouttelettes se rassemblent en chapelets (cliché 1, Gr. 64) et crèvent difficilement les unes dans les autres. Elles finissent cependant par former des gouttelettes plus grosses mais se tiennent toujours en chaînes ou forment des figures très caractéristiques (cliché 2, Gr. 180). De telles configurations sont provoquées par l'acide stéarique, la tripalmitine, la tristéarine et l'alcool cétylique; substances qui sont susceptibles de former à la surface de l'eau des vernis moléculaires *solides* dont les températures de semi-expansion sont respectivement de 46°, 48°, 57° et 49°C. ([3]).





Les microphotographies 1 et 2 sont relatives à une solution d'acide statique au 1/5000e dans l'huile de paraffine, la température de la préparation étant au moment du souffle de 15°.

On est conduit à relier l'existence des deux catégories de figures de souffle à la formation à l'interface huile-eau de couches d'adsorption pouvant être liquides ou solides; certains corps, comme l'acide palmitique, pouvant former des couches solides à l'interface eau-air et liquides à l'interface eau-huile.

Dans une même catégorie, les configurations variant légèrement avec les substances actives, l'examen microscopique des figures de souffle permet non seulement de révéler l'activité d'une huile, mais encore de se renseigner sur la substance active et sa concentration approximative.

Le mécanisme de ces phénomènes sera étudié dans un prochain Mémoire.

([3]) Labrouste, *Ann. de Phys.*, 9e série, 14, 1920, p. 614; Fahir-Emir, *Thèse*, Paris, 1930; Adam, *Proceedings of the R. S.*, 103, 1923, p. 687.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Viscosité des gaz aux températures élevées.* Note de MM. **Gustave Ribaud** et **Virgile Vasilesco**, présentée par M. Aimé Cotton.

Des mesures *relatives* du coefficient η de viscosité des gaz ont été effectuées entre 0°C. et 1600° C. environ, par la méthode de l'écoulement à travers un tube capillaire.

Le capillaire, en platine, de diamètre intérieur $0^{mm},5$ et de longueur approximative 1^{m}, est précédé d'un tube de platine de $2^{mm},5$ de diamètre et 80^{cm} de longueur, destiné à amener le gaz à la température du capillaire; un tube analogue prolonge ce dernier. Afin d'assurer une bonne uniformité de la température le long du capillaire, celui-ci est enroulé en hélice sur un diamètre de 65^{mm} ou de 36^{mm}. Deux dispositions différentes ont été utilisées.

Première technique. — Le capillaire, enroulé sur 65^{mm}, est entouré par le gros tube de platine bobiné sur un diamètre de 90^{mm}. L'ensemble, supporté par une charpente en masse réfractaire et plongé dans de la poudre d'alumine, est chauffé électriquement par résistance de façon à assurer une bonne uniformité de la température, cette dernière étant contrôlée par plusieurs thermo-couples platine-platine rhodié à 10 %, soudés au capillaire. Les thermocouples ont été étalonnés aux points fixes internationaux.

Deuxième technique. — Le capillaire et le gros tube de platine sont enroulés sur un diamètre de 36^{mm}, à spires jointives et introduits dans la partie centrale d'un four à tube de carbone avec tube protecteur en porcelaine; un creuset en alumine, muni de diaphragmes et disposé au milieu de l'enroulement, réalise pratiquement les conditions du corps noir; on mesure sa température à l'aide d'un pyromètre optique à disparition de filament. Deux thermo-couples platine-platine rhodié à 10 %, disposés à l'intérieur et à l'extérieur du capillaire enroulé, nous ont donné, au voisinage du point de fusion de l'or, une concordance meilleure qu'un degré avec le pyromètre optique, le four étant en régime établi; on a donc considéré la température indiquée par le pyromètre optique comme la température vraie du capillaire.

Dans tous les cas le gaz a été desséché, purifié, aspiré dans un récipient placé au sein d'un thermostat et refoulé vers le capillaire par un courant de mercure : la lecture fréquente de la perte de charge dans le capillaire, au

manomètre différentiel à l'huile, ainsi que celle de la température du capillaire et de la durée d'écoulement d'un volume de gaz déterminé dans des conditions de pression et de température connues, nous ont permis d'appliquer la *formule de Poiseuille* et de calculer le rapport η_1/η_2 des coefficients de viscosité d'un même gaz ou de deux gaz différents portés respectivement aux températures absolues T_1 et T_2. Dans la première technique, le mercure s'écoule d'un récipient immobile à un niveau variable, le réglage de la pression est fait à la main; dans la seconde technique, nous avons utilisé un dispositif à flotteurs réalisant un réglage automatique de la perte de charge.

Ces mesures ont porté sur les gaz suivants : Air, Azote industriel à 99,7 %, Argon industriel à 99,7 % et CO^2 pur; quelques mesures ont porté aussi sur l'hydrogène industriel, à 0°C. et au voisinage de 660°C.

Plusieurs corrections ont été apportées, en particulier la correction de perte de charge supplémentaire due à la courbure du capillaire; cette dernière est importante dans les mesures effectuées avec CO^2, à 0°C., par la seconde technique.

Résultats. — Les deux techniques nous ont donné des résultats concordants. La connaissance du rapport η_1/η_2 nous a permis de calculer le coefficient de viscosité des gaz étudiés dans le domaine de température exploré, en prenant comme viscosité-repère celle de l'air à 0°C. 1720.10^{-7} C.G.S.

Nous avons admis que la variation du coefficient de viscosité avec la température est, dans tous les cas, exprimée par la formule bien connue de Sutherland, mais dans laquelle le nombre C de Sutherland ne serait pas une constante, mais une fonction de la température à déterminer expérimentalement.

Des mesures antérieures [1] ont mis en évidence une croissance progressive du nombre C entre 80° K. et 373° K. pour l'air, N^2, O^2 et H^2.

La formule de Sutherland nous a permis de calculer la valeur C_0 du nombre C à 0°C., à partir du rapport η/η_0 mesuré pour un faible écart de températures.

De plus on obtient facilement la valeur de C_T, *nombre de Sutherland à la valeur absolue* T, à partir de C_0 et du rapport η_T/η_0 obtenu expérimentalement. En écrivant, en effet,

$$C_T = C_0 + \Delta C$$

(1) FORTIER, *Thèse*, Paris, 1937.

on a

$$\frac{\eta}{\eta_0} = \left(\frac{T}{T^0}\right)^{\frac{2}{3}} \frac{T_0 + C_0}{T_0 + C} \left(1 - \frac{\Delta C}{T + C_0}\right)$$

qui fournit la valeur de ΔC.

Le calcul montre ainsi que, entre 273,1° K. et 1900° K., le nombre C varie progressivement, de 113 à 124 pour l'air, de 110 à 120 pour l'azote et de 142,3 à 168 pour l'argon; enfin, pour CO^2, le nombre C passe de 254 à 307 lorsque la température varie de 273,1 à 1700° K.

ÉLECTRICITÉ ET HYDRODYNAMIQUE. — *Les tourbillons électroconvectifs cellulaires et en bandes dans les gaz.* Note de M. **Michel Luntz**, présentée par M. Robert Bourgeois.

J'ai déjà exposé, dans des Notes publiées en collaboration avec M. Avsec, les résultats expérimentaux concernant la formation des mouvements tourbillonnaires dans les diélectriques liquides, sous l'action du champ électrique.

Je donne dans la présente Note quelques résultats obtenus sur le mouvement des gaz sous l'action du champ électrique.

L'appareil d'expérimentation se compose de deux plaques rectangulaires en verre de 20^{cm} de largeur et de 2^{m} de longueur, séparées par quatre barres isolantes. Cet ensemble forme un condensateur à air, les faces internes des deux plaques étant enduites d'une solution visqueuse et conductrice de glycérine, d'eau et de nitrate de sodium. La distance entre les deux armatures de verre pouvait varier entre 5^{mm} et 5^{cm}, en remplaçant les cales isolantes par d'autres cales plus ou moins épaisses. Le potentiel appliqué aux deux armatures variait, suivant les expériences, entre 1000 et 3000 volts.

Si, préalablement, on introduisait dans la couche d'air séparant les deux plateaux une certaine quantité de fumée et des gaz provenant de la combustion de tabac, on observe, dès que le champ se trouve appliqué (*fig.* 1), la formation des tourbillons cellulaires, absolument identiques à ceux que d'autres expérimentateurs ont obtenus par l'application à la même couche d'air du gradient de température.

---

(1) Avsec et Luntz, *Comptes rendus*, 203, 1936, p. 1140; 204, 1937, p. 420 et 757.

La masse des gaz et de fumée introduite peut être évaluée au 1/1000e de la masse d'air se trouvant entre les plateaux et peut, d'ailleurs, être réduite davantage, mais au détriment de la visibilité.

Quelques mesures du courant et des puissances dissipées ont été faites sur cet appareil. Prenons le cas du mouvement reproduit sur la figure. La distance des armatures étant de $1^{cm},6$, la densité du courant ionique est comprise entre $0,1\ \mu A/cm^2$ et $0,5\ \mu A/cm^2$ pour la différence de potentiel de 2000 volts. Le courant a sa valeur inférieure pour l'air du laboratoire

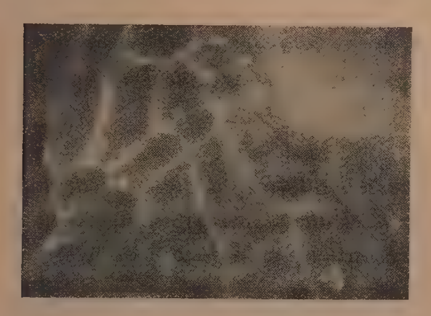


Fig. 1. — Tourbillons électroconvectifs cellulaires.

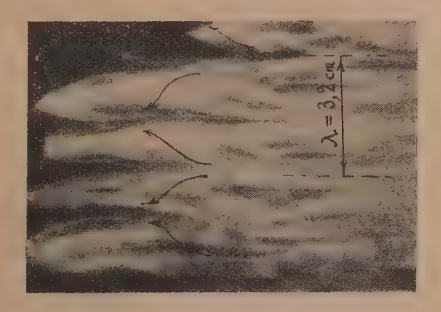


Fig. 2. — Tourbillons électroconvectifs en bandes.

(20°C. et humidité 0,80) et sa valeur maximum après l'introduction de fumée. Le courant retombe ensuite à sa valeur initiale, ce qui correspond au dépôt de la nicotine en suspension et des gouttelettes du brouillard sur les deux armatures.

Les puissances dissipées varient donc, suivant la composition de l'air, entre 0,0002 watt/cm^2 et 0,001 watt/cm^2.

Ces valeurs sont à comparer avec la dissipation de l'énergie thermique dans le cas des tourbillons cellulaires thermoconvectifs. On aura là, dans les mêmes conditions du mouvement et pour la même épaisseur de la couche d'air, le flux de chaleur de l'ordre de 0,1 watt/cm^2, soit une valeur de 100 à 500 fois plus élevée. Ainsi les énergies mises en jeu pour la formation des tourbillons électroconvectifs dans l'air sont extrêmement faibles, et il est très possible que ce phénomène se produise dans l'atmosphère sous forme de certaines configurations nuageuses.

La raison de la transformation quasi intégrale de l'énergie du champ électrique en mouvement tourbillonnaire est due à la très mauvaise conductibilité propre des gaz.

La formation des courants convectifs réguliers a pour effet d'ajouter à

la mobilité des ions une composante due au mouvement général du fluide et de donner au gaz une conductibilité apparente beaucoup plus élevée.

Il semble que le phénomène des tourbillons électroconvectifs joue le rôle essentiel dans les décharges se produisant dans les gaz raréfiés. La forme même de la décharge stratifiée fait penser à une couche des tourbillons électroconvectifs superposés.

J'ajouterai que, lorsque l'on donne à la couche gazeuse un mouvement d'ensemble par rapport aux deux électrodes planes, on observe la formation des tourbillons en bandes (*fig.* 2), tout à fait comparables et tout aussi réguliers que ceux qui résultent de la convection thermique. Le rapport même Λ/e de la largeur Λ à l'épaisseur e, se trouve être égal à 2.

ÉLECTRICITÉ. — *Polarisations diélectriques des solutions d'alcool méthylique dans le dioxane-1-4. Moment polaire de l'alcool méthylique.* Note de MM. **Jean Benoit** et **Georges Ney**, présentée par M. Aimé Cotton.

Le dioxane est purifié par ébullition puis distillation en présence de sodium ; les diverses parties sont soumises à des cristallisations fractionnées.

Le dioxane que nous obtenons ainsi fond à 11°,78 ; sa densité est 1,0344 à 20°, son coefficient de dilatation est 0,00108, sa polarisation diélectrique, mesurée entre 12° et 50°, est indépendante de la température et égale à 24,5.

Nous avons mesuré, à diverses températures et pour différentes concentrations, les constantes diélectriques et les densités de solutions d'alcool méthylique (purifié par distillation) dans le dioxane-1-4.

Mesures des constantes diélectriques. — La solution est placée dans un condensateur de forme spéciale dont l'électrode interne peut occuper plusieurs positions successives (en vue de l'élimination des capacités parasites fixes).

On mesure la capacité de ce condensateur par une méthode de doubles battements en haute fréquence ($f = 530000$). On peut déceler des variations de capacité de $0^{cm},0116$.

La constante diélectrique se déduit des mesures de capacités faites successivement pour du benzène pur et pour la solution.

Mesures des densités. — Nous utilisons un flacon en quartz fermé par deux bouchons rodés.

Résultats. — L'indice 1 est relatif au dioxane, l'indice 2 à l'alcool

méthylique; ε est la constante diélectrique de la solution, *d* la densité de la solution, *f* la fraction moléculaire du corps considéré.

f_2	12°.	20°.	25°.	30°.	35°.	40°.	45°.	50°.	
0,2720...	4,50	4,37	4,29	4,20	4,12	4,04	3,96	3,87	ε
	1,0122	1,0036	0,9982	0,9930	0,9880	0,9830	0,9781	0,9731	*d*
0,2080...	3,77	3,68	3,62	3,56	3,51	3,45	3,40	3,34	ε
	1,0218	1,0131	1,0076	1,0021	0,9966	0,9911	0,9856	0,9801	*d*
0,1600...	3,30	3,24	3,20	3,16	3,12	3,08	3,04	3,00	ε
	1,0279	1,0191	1,0136	1,0080	1,0025	0,9971	0,9916	0,9871	*d*
0,0925...	2,78	2,73	2,71	2,69	2,66	2,64	2,62	2,60	ε
	1,0360	1,0271	1,0215	1,0160	1,0105	1,0050	0,9995	0,9940	*d*
0,0382...	2,44	2,41	2,40	2,38	2,37	2,35	2,34	2,33	ε
	1,0410	1,0320	1,0265	1,0211	1,0156	1,0100	1,0046	0,9992	*d*

Les valeurs P_{12} de la polarisation des solutions (lues sur les courbes tracées avec les valeurs calculées d'après le tableau précédent) sont les suivantes :

f_2	12°.	20°.	25°.	30°.	35°.	40°.	45°.	50°.
0,272....	38,80	38,40	38,10	37,80	37,50	37,20	36,95	36,60
0,2080...	35,90	35,55	35,30	35,10	34,90	34,65	34,40	34,20
0,1600...	33,40	33,20	33,00	32,85	32,70	32,50	32,35	32,20
0,0925...	29,65	29,50	29,45	29,35	29,25	29,20	29,10	29,00
0,0382...	26,65	26,60	26,60	26,55	26,50	26,45	26,45	26,40

L'extrapolation, pour une dilution infinie, des valeurs de P_2 calculées à partir du tableau précédent, conduit à :

t (°C.)...	12.	20.	25.	30.	35.	40.	45.	50.
P_{200}	82	80	79	78	77	76	75	74

déterminées chacune à une unité près.

La courbe obtenue, en portant en abscisse $1/T$ (T, temp. abs.) et en ordonnée P_{200}, est une droite dont l'ordonnée à l'origine est égale à la réfraction moléculaire optique (R_M 8,2).

Nous trouvons comme pente de cette droite, en tenant compte de l'incertitude sur les P_{200},

$$m = 21\,100 \pm 200.$$

Le moment polaire de l'alcool méthylique est alors, d'après la théorie de Debye,

$$\mu = 0{,}0127\sqrt{m}\,.\,10^{-18} = (1{,}84 \pm 0{,}01)\,.\,10^{-18}.$$

Cette valeur est supérieure à celles que donnent les mesures faites

jusqu'ici sur la vapeur, ou sur les solutions dans le benzène ou le tétrachlorure de carbone.

Il est à remarquer qu'il en a été de même pour la valeur trouvée par l'un de nous pour le moment polaire de l'eau par des mesures sur les solutions d'eau dans le dioxane-1.4, $\mu = 1{,}98.10^{-18}$ (1).

ONDES HERTZIENNES. — *Sur la propagation des ondes le long des fils.* Note de M. **Joan Placinteanu**, présentée par M. Aimé Cotton.

Dans la théorie de la propagation des ondes le long de deux fils conducteurs parallèles infinis, constituant un système Lecher, on utilise généralement, pour vérifier les mesures expérimentales, des formules donnant la variation de la longueur d'onde et de l'amortissement comme fonctions des diverses constantes caractéristiques pour les propriétés magnétiques de la substance constituant les fils et de la fréquence employée. On peut obtenir de telles formules en partant de la théorie développée par G. Mie (1).

Le but de cette Note est de donner la forme correcte et exacte de deux relations utilisées couramment sous une forme affectée d'une faute de calcul (2).

En partant des expressions de la capacité C, de la résistance ohmique R et de la self-induction L, savoir

$$C = \frac{1}{4c^2 \log \frac{2D}{d}}, \qquad R = \frac{4}{d}\sqrt{\nu\rho\mu} + \frac{\rho}{2\pi d^2}$$

et

$$L = 4\mu \log \frac{2D}{d} + \frac{2}{\pi d}\sqrt{\frac{\mu\rho}{\nu}} - \frac{3\rho}{4\pi^2 \nu d^2},$$

où ρ est la résistivité du fil en u.e.m., d le diamètre du fil, D la distance entre les deux fils, μ la perméabilité des fils, c la vitesse de la lumière dans le vide, ν la fréquence, λ et λ_0 les longueurs d'onde dans les fils et dans le

(1) J. Benoît, *Diplôme d'études supérieures*, Paris, 1937.

(1) *Annalen der Physik*, 2, 1900, p. 201.

(2) G. Laville, *Ann. de Physique*, 10e série, 2, 1924, p. 328: St. Procopiu, *Ann. sc. de l'Univ. de Jassy*, 24, 1938, p. 257.

vide, et de la relation connue

$$\frac{K}{\lambda} = \frac{\nu}{2} RC,$$

où K désigne l'amortissement, on trouve

$$(1)\qquad \frac{K}{\lambda} = \frac{1}{2d\lambda_0 c \log\frac{2D}{d}} \left\{ \sqrt{\frac{c\mu\varphi}{\lambda_0}} + \frac{\rho}{8\pi d} \right\}.$$

De même, si l'on tient compte de la relation connue

$$\frac{4\pi^2}{\lambda^2} - K^2 = 4\pi^2 \nu^2 LC,$$

on obtient

$$\frac{1}{\lambda^2} = \frac{K^2}{4\pi^2} + \nu^2 LC = \frac{K^2}{4\pi^2} + \frac{\nu^2}{4c^2 \log\frac{2D}{d}} \left(4 \log\frac{2D}{d} + \frac{2}{\pi d}\sqrt{\frac{\mu\rho}{\nu}} - \frac{3\rho}{4\pi^2 d\nu} \right),$$

d'où résulte immédiatement

$$(2)\qquad \frac{1}{\lambda^2} - \frac{1}{\lambda_0^2} = \frac{K^2}{4\pi^2} + \frac{K}{\pi\lambda} - \frac{4\rho}{16c\pi^2 d^2 \lambda_0 \log\frac{2D}{d}}.$$

Les formules (1) et (2) doivent remplacer celles employées par M. Laville. La correction n'affecte que les termes en ρ, qui sont très petits. L'influence de ces termes doit être sensible seulement pour des mesures extrêmement précises; c'est pour ce motif qu'on ne l'a pas encore remarquée.

Il n'est pas toutefois invraisemblable qu'on puisse déceler expérimentalement l'effet de ces termes, c'est ce qui résulte d'ailleurs d'une lettre que M. K. F. Lindman m'a adressée au sujet des formules (1) et (2).

MAGNÉTOCHIMIE. — *Étude de l'oxydation de la magnétite; variation de la vitesse d'oxydation au point de Curie.* Note de M. **Richard Lille**, transmise par M. Pierre Weiss.

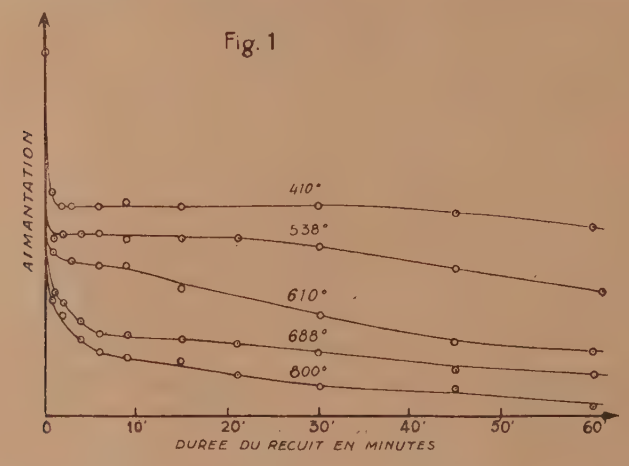
Nous avions mis en évidence l'influence de la transformation magnétique sur la vitesse de réaction de l'oxyde Fe^2O^3 sur les oxydes du type MO [1].

---

(1) H. Forestier et R. Lille, *Comptes rendus*, 205, 1937, p. 848.

Cette étude a été étendue à une réaction entre gaz et solide, telle que l'oxydation de la magnétite. Nous avons utilisé dans ce travail de la magnétite naturelle finement pulvérisée (diamètre des grains inférieur à 50µ) (²). Cette magnétite était placée dans un tube en porcelaine parcouru par un courant gazeux à débit constant et renfermant une proportion connue d'oxygène dilué dans de l'azote. La vitesse d'oxydation a été déterminée en mesurant la diminution du coefficient d'aimantation de la poudre provenant de la formation de sesquioxyde de fer, dont la susceptibilité magnétique est considérablement plus faible que celle de la magnétite.

Nous avons effectué en premier lieu une étude systématique de la vitesse d'oxydation isotherme de la magnétite en fonction du temps. Les résultats obtenus sont rassemblés dans la figure ci-dessous. Ils montrent que, aux



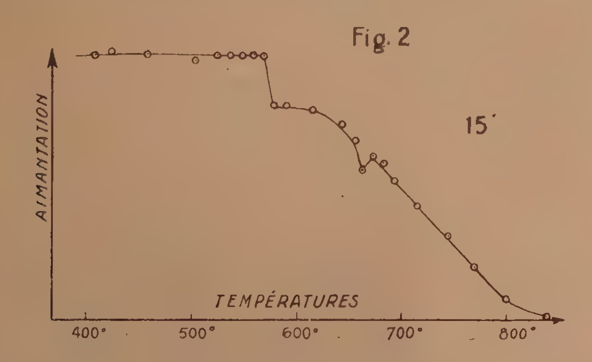
températures inférieures à 600° environ, l'oxydation, très rapide au début, est pratiquement arrêtée après une minute, dès que la couche de Fe^2O^3 formée a atteint une épaisseur suffisante. Lorsque la durée du recuit atteint 30 minutes environ, l'oxydation recommence lentement. On peut admettre que ce léger accroissement de la vitesse de réaction est dû à l'apparition de fissures dans la couche protectrice formée par le sesquioxyde de fer.

Aux températures supérieures à 600° environ, la vitesse de diffusion à

(²) La magnétite artificielle préparée par décomposition de l'oxalate ferreux dans un courant d'anhydride carbonique, s'oxydait trop rapidement pour pouvoir être utilisée au-dessus de 400°.

travers la couche d'oxyde ferrique est assez grande pour que la réaction puisse se poursuivre, lentement, mais d'une manière continue, comme le montrent les courbes faites à 688° et à 800° (*fig.* 1).

Nous avons établi ensuite la courbe de variation de l'aimantation, donc de la vitesse de réaction, en fonction de la température de recuit (*fig.* 2); la durée d'une expérience était de 15 minutes.



Cette courbe met en évidence une diminution brusque de l'aimantation de la poudre oxydée, à 570° (point de Curie de la magnétite). L'augmentation de la vitesse d'oxydation qui correspond à cette chute coïncide bien avec la transformation magnétique de la magnétite.

Il est possible de déceler également une deuxième anomalie assez faible, au point de Curie de Fe^2O^3 (675°); celle-ci pourrait correspondre à une petite variation de la vitesse de diffusion à travers la couche de sesquioxyde de fer formée.

Ces résultats font ressortir clairement l'influence de la transformation magnétique sur l'oxydation de la magnétite.

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre infrarouge de l'acide ascorbique.* Note [1] de M. **Erwin Heintz**, présentée par M. Marcel Delépine.

Nous avons étudié le spectre infrarouge de l'acide ascorbique entre 1 et 14 μ, suivant une technique déjà décrite [2].

---

[1] Séance du 22 mai 1939.

[2] E. Heintz, *Arch. Phys. biol.*, **14**, n° 3, 1937, p. 131-232.

1. *Spectre infrarouge de l'acide ascorbique solide.* — Quelques gouttes d'une solution d'acide ascorbique dans de l'alcool absolu ont été évaporées sur une lame de sel gemme; cette *lame sèche* de quelques centièmes de millimètre d'épaisseur, a donné le spectre ci-contre (courbe du bas); il présente de nombreuses bandes d'absorption, dont le classement et l'interprétation ont été faits à l'aide des tables d'analyses usuelles (3) (4) : bandes à $\lambda^{\mu} = 2,5-2,6$; 3,4; 4,2; 5,1; 5,9; 6,9; 7,6; 9,3; 9,6; 10,1; 11,1 et 13,5 qui sont des bandes de $-\overset{|}{\underset{|}{C}}-$; à $\lambda^{\mu} = 3,5$; 6,2; 7,1; 8,7; 9,8; 10,65; 11,6; 12,4; 13,25 et 14,1 qui représentent le groupement $>C=C<$; à 2,0; 2,4; 3,2; 3,75; 4,1; 4,5; 5,7; 6,1; 6,9; 7,7; 8,2; 9,0; 9,8; 11,0; 11,4; 11,8; 12,25; 12,7; 13,0 et 13,9 μ qui sont des bandes de $>CO$; à 1,1; 2,3; 3,4; 4,1; 4,5; 5,1; 5,6; 6,2; 6,9; 7,6; 8,2; 9,1; 9,7; 10,1; 11,4; 13,1 et 13,6 μ qui représentent les groupements $-OH$, avec la spécification que la bande à 9,1 μ correspond à l'alcool secondaire, celle à 9,7 μ à l'alcool primaire, la bande à 13,1 étant commune aux deux types de fonctions alcooliques de l'acide ascorbique.

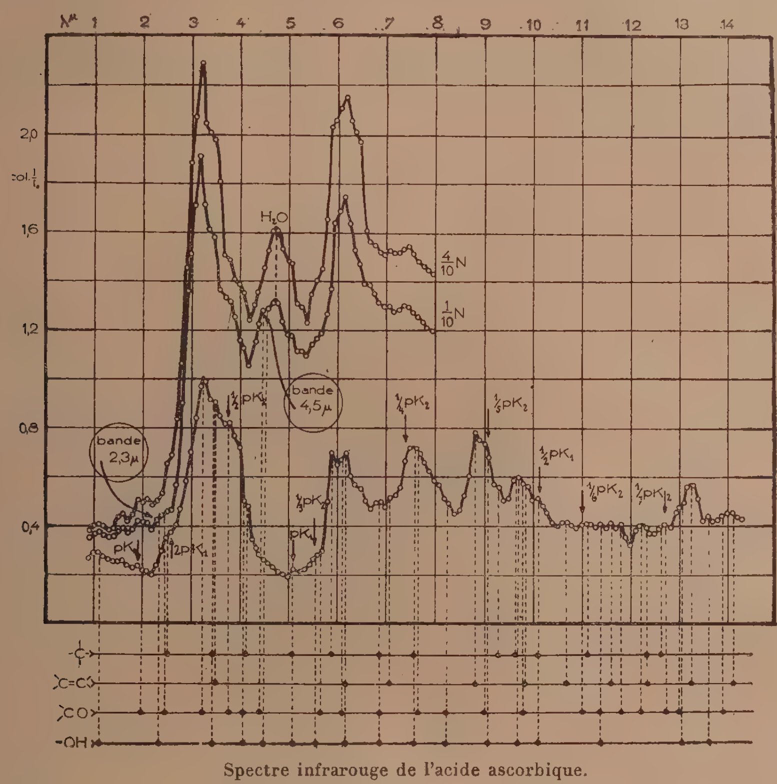
Les constantes de dissociation pK de l'acide ascorbique, exprimées en pH, sont, d'après Birch et Harris (5) et Carpeni (6), 4,17 et 11,56 admises comme correspondant aux deux fonctions énoliques. On sait que les pK d'un électrolyte peuvent être raccordés à des bandes d'absorption infrarouge données par la formule de Vlès (7) $\lambda = 21,2/n\,\mathrm{pK}$; ils doivent donc correspondre ici aux séries de bandes $\lambda = 5,08/n$ et $\lambda = 1,83/n$. Effectivement l'acide ascorbique présente des bandes d'absorption à $5^{\mu},1 \times (1,\ 1/2,\ 2)$ pour le premier pK, et à $1^{\mu},9$ et à $1,83 \times (2,\ 3,\ 4,\ 5,\ 6,\ 7)$ pour le second (bandes marquées de flèches sur la figure).

2° *Spectres infrarouges d'acide ascorbique en solution.* — Nous avons mesuré le spectre de solutions 4/10 M et M/10. L'acide a été dissous dans une solution tampon [$50^{cm^3}\ PO^4H^2K.\ M/20 + 2^{cm^3}\ PO^4H^3.\ M/4$] (pH 2,71). Le spectre de la solution 4/10 M, mesuré dans une cuve en mica, donnait jusqu'à 8 μ les mêmes bandes d'absorption que la lame sèche précédente.

---

(3) F. Vlès, *Arch. Phys. biol.*, **14**, n^os **1-2**, 1937, p. 18-97.
(4) E. Heintz, *Arch. Phys. biol.*, **14**, n° **4**, 1937, p. 251-260.
(5) *Biochem. Journ.*, **27**, 1933, p. 595.
(6) *Comptes rendus*, **203**, 1936, p. 75.
(7) *Arch. Phys. biol.*, **12**, 1935, p. 57.

Mais pour la solution M/10 on a trouvé en plus des bandes ordinaires, et à côté de la bande de l'eau à 4,75 μ, une bande nette vers 4,5-4,6 μ, et une autre vers 2,3 μ qui est vraisemblablement l'harmonique λ/2 de la première (on



Spectre infrarouge de l'acide ascorbique.
En haut, solutions 4/10 M; 1/10 M. *En bas*, lame sèche.

a contrôlé que ces deux bandes ne provenaient pas du tampon). L'analyse attribue ces bandes nouvelles à des groupements $>$CO (2,4 et 4,5 μ) et —OH (2,3 et 4,55 μ), les bandes correspondant à $>$C=C$<$ n'ayant pas changé. L'acide ascorbique aux faibles concentrations (M/10) pourrait donc avoir subi une transformation moléculaire. Cette donnée est à rapprocher de celle déjà signalée par Bezssonoff et Mme Woloszyn ([8]), qui

([8]) *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 1885; *Bull. Soc. Chim. biol.*, 21, 1939, p. 319.

ont vu que la fonction reliant le potentiel de platine à la concentration (à pH estimé constant à l'antimoine) dans les solutions d'acide ascorbique $\leqq$ M/10 s'exprime par une droite; mais que pour les concentrations $>$ M/10 la fonction s'incurve et présente un minimum sur 4/10 M. Ces données s'accorderaient avec nos observations spectrales. On pourrait à titre d'hypothèse se demander s'il ne se forme pas par la dilution des traces de la forme intermédiaire à carboxyle libre qu'ont signalée F. Micheel [9] et T. Reichstein [10], obtenue par hydratation de l'acide ascorbique :

$$\underbrace{CH^2OH-CHOH-CH-C(OH)=C(OH)-CO}_{O}$$

$$\rightleftharpoons CH^2OH-CHOH-CH(OH)-C(OH)=C(OH)-COOH.$$

SPECTROSCOPIE. — *Raies d'intercombinaison dans le spectre de l'hélium.* Note [1] de M. **Pierre Jacquinot**, présentée par M. Aimé Cotton.

En employant la méthode précédemment décrite [2], on trouve que certaines raies de He sont accompagnées de satellites très faibles. Seules quelques-unes de ces raies avaient été observées auparavant, mais seulement dans des conditions [champs électriques [3], atmosphères stellaires [4]] où leur intensité devient au moins égale au dixième de celle de la raie qu'elles accompagnent. *Plusieurs de ces raies nouvelles doivent être attribuées à des intercombinaisons* entre le système de singulets et le système de triplets (orthohélium et parahélium), bien que de telles transitions aient été jusqu'à présent considérées comme absolument interdites.

Les photographies ont été faites au moyen du grand spectrographe à prisme liquide de Bellevue. Le spectre était produit dans un tube capillaire de 2^{mm} de diamètre, excité en haute fréquence. Il est nécessaire d'employer des pressions inférieures à $0^{mm},5$ de He : pour des pressions plus élevées, les raies intenses sont entourées de *pieds*, dans lesquels la plupart des raies nouvelles sont indiscernables.

---

(9) F. Micheel et K. Kraft, *Zeits. f. Physiol. Chemie*, 218, 1933, p. 280; *Z. angew. Chemie*, 46, 1933, p. 333.

(10) *Helv. Chem. Acta*, 17, 1933, p. 311.

(1) Séance du 15 mai 1939.

(2) A. Couder et P. Jacquinot, *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1639.

(3) J. S. Foster, *Proc. Roy. Soc.*, A, 114, 1927, p. 47.

(4) O. Struve, *Astrophys. J.*, 69, 1929, p. 173; C. T. Elvey, *ibid.*, p. 237.

Le tableau donne le relevé des raies observées. On y trouve la longueur d'onde, l'intensité (donnée simplement comme indication) et la différence de fréquence rapportée à la raie principale de chaque groupe, ainsi que les transitions auxquelles on doit attribuer les raies, et les $\Delta\nu$ calculés d'après ces attributions (les valeurs des termes sont empruntées aux tables de Goudsmit et Bacher). Les raies déjà observées sont marquées d'un astérisque.

Groupes.		λ.	I.	Δν.	Attrib.	$\Delta\nu_{calc.}$
5875,96 5875,61	$2\,^3P - 3\,^3D$...	5874,48	3.10^{-4}	3,27	$2\,^3P_{1,2} - 3\,^1D$	3,31
4921,93	$2\,^1P - 4\,^1D$...	4920,57*	2.10^{-4}	5,60	$2\,^1P - 4\,^3F$	6,07
4471,69 4471,48	$2\,^3P - 4\,^3D$...	4471,08	1.10^{-4}	2,00	$2\,^3P_{1,2} - 4\,^1D$	1,88
		4470,18	0,3.	6,50	$2\,^3P_0 - 4\,^3F$	6,92
		4469,99*	2.	7,49	$2\,^3P_{1,2} - 4\,^3F$	7,95
4387,93	$2\,^1P - 5\,^1D$...	4387,72	8.10^{-4}	2,28	$2\,^1P - 5\,^1F$	1,77
		4387,69*	40.	2,70	$2\,^1P - 5\,^3F$	3,46
		4387,60	4.	3,72	$2\,^1P - 5\,^{1,3}G$	
		4387,54*	4.	4,20		
4026,36 4026,19	$2\,^3P - 5\,^3D$...	4026,02	8.10^{-4}	1,03	$2\,^3P_{1,2} - 5\,^1D$	1,06
		4025,83	4.	2,26	$2\,^3P_0 - 5\,^1F$	1,80
		4025,74	4.	2,77	$2\,^3P_0 - 5\,^3F$	3,49
		4025,67	15.	3,23	$2\,^3P_{1,2} - 5\,^1F$	2,83
		4025,60*	20.	3,68	$2\,^3P_{1,2} - 5\,^3F$	4,52
		4025,45	4.	4,50	$2\,^3P_{1,2} - 5\,^{1,3}G$	
		4025,37*	4.	5,03		
4143,77	$2\,^1P - 6\,^1D$...	4143,51*	5.10^{-3}	1,5	$2\,^1P - 6\ F$	
		4143,43*	5.	2,0	$2\,^1P - 6\ G$	

Nous pouvons faire les remarques suivantes :

1. *Raies* P-D. — Aucune d'elles n'a jamais été signalée dans aucune condition. Ce sont certainement des raies d'intercombinaison. Je ne donne dans le tableau que des raies ^3P-^1D, aucune raie ^1P-^3D n'ayant pu être observée avec certitude. Bien que la règle de sélection $\Delta S = 0$ soit violée ici, la règle de sélection pour J semble être respectée. En effet la raie $2\,^3P_0$-$3\,^1D_2$ n'est pas apparue au voisinage de la raie jaune, même avec de fortes superpositions; quant aux raies $2\,^3P_0$-$4\,^1D_2$ et $2\,^3P_0$-$5\,^1D_2$, elles seraient trop voisines des raies principales pour qu'il fût possible de les observer avec une si faible intensité.

2. *Raies* P-F. — Celles-ci apparaissent aussi bien au voisinage des

raies de singulets qu'au voisinage des raies de triplets. Les auteurs précédents attribuaient celles qu'ils avaient observées respectivement à ^3P-^3F et ^1P-^1F. Mais dans leurs conditions d'observation une attribution exacte est difficile. Il semble ici, au contraire, que les raies 4469,99 et 4920,57 aient un niveau F commun, l'une étant une raie d'intercombinaison et l'autre une raie simplement interdite par la règle de sélection des L. La règle des J se trouve dans ce cas également violée puisque les raies $^3P_0$-$^3F_{2,3,4}$ ($\Delta J \geqq 2$) sont apparues sur les clichés. Dans les groupes 4026 et 4387 les raies nouvelles sont doubles (à peine résolues) : il y a dans chaque groupe, à la fois la raie d'intercombinaison et la raie simplement interdite.

3. *Raies* P-G. — Ces raies sont observées dans les groupes 4026, 4387 et 4143 ($n \geqq 5$) : elles sont larges et semblent doubles, les raies $\Delta S = 0$ et $\Delta S = 1$ devant coexister, comme pour les niveaux 5F.

4. Il ne semble pas que l'apparition des raies nouvelles soit due à un champ électrique, celui-ci étant sans doute très faible. On doit l'attribuer à des interactions entre niveaux P et F, ^3P et ^1P, lorsque ceux-ci deviennent assez voisins. D'autres faits, qui seront analysés ultérieurement sont en faveur de cette hypothèse.

SPECTROSCOPIE. — *Absorption ultraviolette de corps solides polymorphes.* Note (1) de M. **Alain Berton**, présentée par M. Paul Lebeau.

J'ai observé, au moyen des spectres d'absorption par réflexion de poudres (2), la différence d'absorption ultraviolette de formes différemment condensées d'un même composé solide minéral ou organique. La forme, dont l'absorption est la plus intense vers les grandes longueurs d'ondes, se révèle, d'une manière générale, comme la moins dense et la plus instable à l'action de la chaleur. Elle semble être aussi la plus soluble dans les solvants ordinaires et la plus active du point de vue chimique.

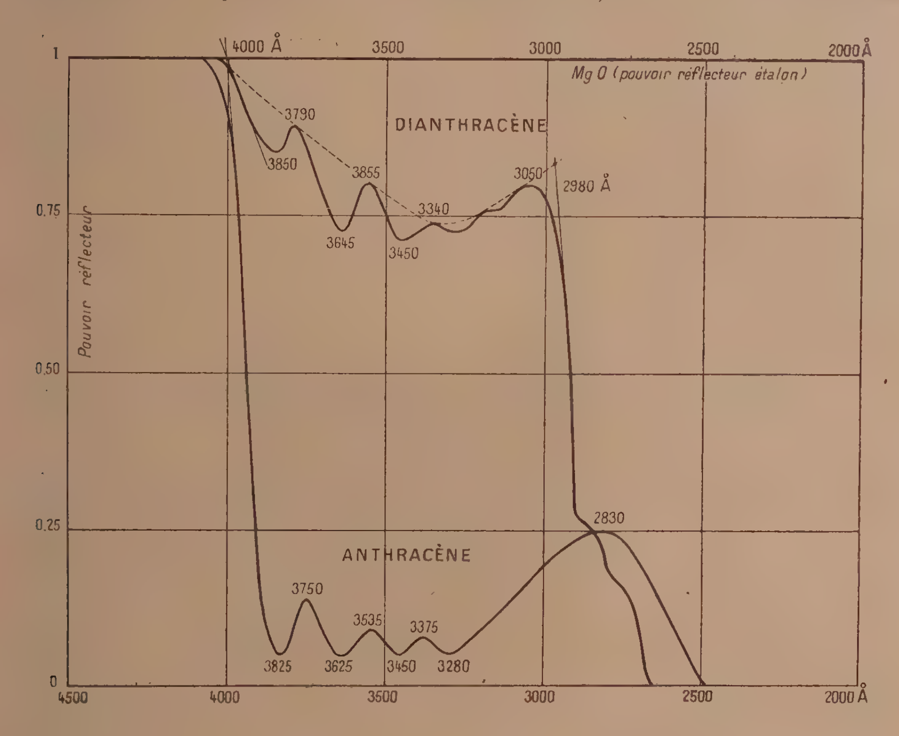
Je donne ci-dessous la liste des substances étudiées et celle de leurs différentes propriétés. Les valeurs en ångströms représentent la limite vers les grandes longueurs d'onde de leur absorption continue ultraviolette.

Anthracène ($C^{14}H^{10}$), 4000 A; P.F. 216°; $d^{20°}$ 1,2; *dianthracène* $(C^{14}H^{10})^2$

(1) Séance du 15 mai 1939.

(2) M. Billy et A. Berton, *Comptes rendus*, **206**, 1938, p. 1631 et 1958.

2980 A; sublimation vers 330°; $d^{20°}$ 1,3. L'anthracène est plus soluble dans les solvants ordinaires que son polymère (exemple dans le benzène, 1^g,8 contre 0^g,1 pour 100^{cm^3} de solution à 25°). Il donne en solution



benzénique avec l'acide picrique le picrate rouge, que ne donne pas le dianthracène.

Acétaldéhyde liquide (CH^3CHO), 3100 A, maximum d'absorption à 2800 A; P.F. —123°; $d^{22°}$ 0,78; donne les réactions des aldéhydes à l'encontre de ses polymères : *paraldéhyde* $(C^2H^4O)^3$ ou $OCHCH^3OCHCH^3OCHCH^3$, 2500 A; P.F. 10°,5; $d^{22°}$ 0,99; *métaldéhyde* $(C^2H^4O)^x$, >2400 A; se sublime à 112°; $d^{22°}$ 1,1. La solubilité de ces composés dans les solvants ordinaires décroît dans l'ordre.

SZn, *Wurzite, hexagonale* 3475 A; $d^{20°}$ 4,08; distance entre les atomes de Zn, placés aux sommets d'un tétraèdre, et l'atome de S, placé au centre (³) : 2,35 A, et 2,34 pour la *blende, cubique*, 3400 A; $d^{20°}$ 4,10; solu-

(³) W. BRAGG, *Phil. Mag.*, 39, 1920, p. 647.

bilité dans l'eau $0^g,000065$ pour 100^{cm^3} de solution à 18° contre 0^g00069 pour la wurzite [4].

As^2O^3 *vitreux*, 2870 A; $d^{20°}$ 3,7; *octaédrique*, 2600 A; $d^{20°}$ 3,8. La première forme est plus soluble dans l'eau que la seconde, $3^g,7$ contre $1^g,7$ pour 100^{cm^3} de solution à 20°.

Sb^2O^3 *orthorhombique*, 3725 A; $d^{20°}$ 3,7; stabilité $<$ 557°; *cubique*, 3000 A; $d^{20°}$ 5,2; stabilité $>$ 557°; jaunit très légèrement et lentement sous l'action de $S(NH^4)^2$ qui agit, par contre, instantanément sur la forme la plus absorbante en la colorant en rouge foncé.

Bi^2O^3 *orthorhombique*, 4360 A; $d^{20°}$ 8,4; stabilité $<$ 700°; *cubique*, 3870 A; $d^{20°}$ 8,8; stabilité $>$ 700°.

TiO^2 *rutile*, *quadratique*, 3970 A; $d^{20°}$ 4,2; stabilité $>$ 1040°; *anatase*, *quadratique*, 3770 A; $d^{20°}$ 3,9; stabilité $<$ 800°; distance entre Ti et O : 1,95 A et 1,99 A pour le rutile [5].

Je n'ai pu, pour les différentes formes de SZn, As^2O^3, Bi^2O^3, TiO^2, mettre en évidence une différence d'activité chimique.

Il résulte néanmoins de cette étude comparative que l'on peut, dans le cas des substances minérales étudiées ci-dessus, rendre responsable des particularités d'absorption ultraviolette, de solubilité et d'activité chimique des formes les plus absorbantes, un couplage entre atomes plus lâche et non une disposition complètement différente des atomes dans la molécule, comme dans le cas des polymères organiques. Remarquons d'autre part que, d'une manière générale, la dilatation d'un corps solide, produite par élévation de la température, a pour effet d'augmenter l'absorption ultraviolette de celui-ci vers les grandes longueurs d'onde.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le spectre Raman de la molécule de chlorure de phosphonitrile trimère* $(PNCl^2)^3$. Note de MM. **Armand-Marie de Ficquelmont**, **Michel Magat** et Mlle **Lydia Ochs**, transmise par M. Paul Langevin.

L'un de nous [1], en s'appuyant sur diverses considérations d'ordre à la fois chimique et stéréochimique, a été amené à attribuer à la molécule de

(4) Weigel, *Nachr. Götting. Ges.*, 1906, p. 525.

(5) Vegard, *Phil. Mag.*, (6), **32**, 1916, p. 65.

(1) Marie de Ficquelmont, *Thèse*, Paris, 1939; *Comptes rendus*, **204**, 1937, p. 689 et 867.

chlorure de phosphonitrile trimère $(PNCl^2)^3$ une structure cyclique avec la symétrie D_{3h} : les atomes de phosphore et d'azote se trouveraient en position ternaire dans le plan de symétrie perpendiculaire à l'axe d'ordre trois, tandis que les atomes de chlore, liés deux par deux aux atomes de phosphore, seraient situés de part et d'autre de ce plan. Nous allons voir que l'étude du spectre Raman fournit un nouvel argument en faveur de cette structure.

Partie expérimentale. — Les rayons violets déterminent au voisinage du point de fusion du chlorure de phosphonitrile trimère (113°,5) une polymérisation rapide avec formation de caoutchouc minéral dont la diffusion continue recouvre le spectre Raman. Nous avons donc été obligés d'opérer sur des solutions dans le tétrachlorure de carbone et le sulfure de carbone. Les temps de pose ont varié respectivement de 20 à 130 heures et de 3 à 200 heures. Raie excitatrice, Hg 4358 Å. Le tableau suivant, établi après examen et comparaison de 18 clichés différents, rend compte de nos résultats :

N°.	Δν observé dans			Int.	ρ.	t ([a]).
	CCl^4.		CS^2.			
1...		∼100		5,3	P	3
2...		162 ± 1		4,6	6/7	3
3...		177 ± 2		4,5	6/7	3
4...		206 ± 1		4	–	3
5...	([b])		312	ff, d	–	88
6...		339 ± 1		2,7	6/7	3
7...		366 ± 0,5		7,5	P	3
8...	533		559	1,2	6/7	20–5
9...		585 ± 1		5,5	P	3
10...	614		604	1	–	20–5
11...	672		([c])	6	P	20
12...		707		ff	–	130
13...		∼ 885		ff, d	–	130
14...		∼ 940		ff, d		130
15...		∼1230		f, d		20

([a]) Temps de pose en heures au bout desquels les différentes raies apparaissent sur les clichés.
([b]) Dans le tétrachlorure de carbone la raie 312 se trouve masquée par la raie 314 de CCl^4.
([c]) Dans le sulfure de carbone la raie 672 ne peut être mesurée avec précision, étant perturbée par la raie 656 de CS^2.

On voit que le spectre obtenu comporte 15 raies dont 4 sont certainement polarisées et 4 certainement dépolarisées. Quant aux autres, nous n'avons pu préciser leur degré de polarisation en raison de leur trop faible intensité, mais ceci laisse supposer qu'elles sont probablement dépolarisées.

Nous avons toutes raisons de penser que ce spectre est complet, car : 1° l'intensité des raies les plus fortes est du même ordre que celle des raies du tétrachlorure ou du sulfure de carbone, et 2° le nombre de raies n'augmente pas quand le temps de pose passe de 130 à 200 heures.

Discussion théorique. — La molécule de chlorure de phosphonitrile

trimère ne peut avoir, d'après sa formule chimique, que la symétrie des classes C_∞, C_1, C_{1h}, C_{2v}, ou de l'une quelconque des 5 classes du système rhomboédrique. Le tableau suivant indique pour chacune de ces différentes classes, d'une part le nombre total de raies que l'on devrait observer dans le spectre Raman, et d'autre part le nombre des raies polarisées correspondantes.

Classes de symétrie....		Triclinique	Monoclinique		Orthorhombique	Rhomboédriques				
	C_∞.	C_1.	C_{1h}.	C_2.	C_{2v}.	C_3.	C_{3h}.	C_{3v}.	D_3.	D_{3h}.
Nombre total de raies.	21	30	30	30	30	20	15 à 17	16 ou 17	15	14
Nombre de raies polarisées............	11	30	16 à 21	10 à 15	19 ou 20	10	5 à 7	6 ou 7	5	4

Si l'on compare ces données à nos résultats expérimentaux, on voit immédiatement que le nombre de raies observées est très nettement inférieur à celui prévu pour les quatre classes triclinique, monocliniques et orthorhombique. Or il est impossible, étant données les précautions prises, que 15 raies sur 30 aient pu nous échapper. Par ailleurs le cas de la classe C_∞, où les 12 atomes seraient en ligne droite, apparaît comme très peu vraisemblable. Il en résulte que la molécule $(PNCl^2)^3$ doit avoir une symétrie ternaire, ce qui signifie qu'elle possède certainement une structure cyclique et non pas une structure en chaîne ouverte comme certains auteurs l'ont admis récemment (²).

Le spectre obtenu ne concordant d'ailleurs avec aucun des spectres prévus, nous devons choisir entre les deux hypothèses :

1° le spectre comporte 15 fréquences fondamentales et l'une des raies considérée comme dépolarisée est en réalité faiblement polarisée;

2° le spectre comporte 14 fréquences fondamentales plus une raie de combinaison.

La première hypothèse est à écarter : l'étude aux rayons X (³) montre en effet que la molécule $(PNCl^2)^3$ doit posséder un plan de symétrie que la classe D_3 ne comporte pas et les structures de symétrie C_{3h} sont inadmissibles du point de vue chimique. Par contre, il est possible d'interpréter la raie 940, d'intensité très faible, comme la raie de combinaison $951 = 366 + 585$ des deux raies fondamentales les plus intenses du spectre. Étant donnée la surexposition des clichés (la raie 1535 du CCl^4 apparaît

(²) SCHENCK et RÖMER, *Ber. d. chem. Ges.*, 27, II, 1924, p. 1343.
(³) JAEGER et BEINTEMA, *Koninkl. Akad. Wetens. Amsterdam*, 35, 1932, p. 756.

déjà au bout de 60 heures de pose), cette dernière hypothèse nous paraît parfaitement justifiée.

On peut donc admettre que la molécule $(PNCl^2)^3$ possède la structure de symétrie D_{3h} déjà envisagée pour d'autres raisons.

MÉTALLOGRAPHIE. — *Étude du revenu de la solution solide aluminium-magnésium.* Note de MM. **Jean Calvet**, **André Guinier**, **Pierre Jacquet** et **Alfred Silberstein**, présentée par M. Charles Mauguin.

Nous avons étudié la transformation par revenu à 200° de solutions solides de magnésium dans l'aluminium, obtenues par chauffage à 435° et maintenues en état de sursaturation par trempe à l'eau à la température ambiante. Nous avons examiné surtout deux alliages à 7,4 et 11,8 % de magnésium préparés à partir de métaux très purs et laminés en tôle de $1^{mm},6$ d'épaisseur. Comme dans le cas des alliages aluminium-cuivre (¹), nous avons fait sur chaque échantillon : la mesure de la dureté Brinell, l'examen de la structure au microscope après polissage électrolytique, l'identification des phases et la mesure du paramètre (²) au moyen des rayons X (rayonnement monochromatique et chambre à focalisation) (³).

Avant la mise en solution à 435°, les alliages bruts de coulée contiennent une phase qui donne un diagramme identique à celui trouvé par Riederer (⁴) avec un alliage à 65 % d'Al et 35 % de Mg, et attribué à la phase β. Le diagramme comporte surtout un groupe de raies très serrées et voisines de la raie 111 de l'aluminium.

Voici comment varie la dureté Brinell (⁵) de l'alliage à 11,8 % de magnésium en fonction de la durée de chauffage à 200°:

0 min.	5 min.	20 min.	25 min.	50 min.	1 h. 30 m.	2 h.
87	85	85	86	92	97	111
2 h. 20 min.	4 h.	24 h.	5 j.	20 j.	45 j.	60 j.
131	120	121	120	108	103	102

(¹) J. Calvet, P. Jacquet et A. Guinier, *Comptes rendus*, **206**, 1938, p. 1972 et *Journal of the Institute of Metals*, 1939, paper n° 834.

(²) La mesure du paramètre a été faite sur de la poudre fine obtenue en limant l'échantillon.

(³) A. Guinier, *Thèse*, Paris, 1939.

(⁴) *Zeit. f. Metallk.*, **28**, 1936, p. 312.

(⁵) Bille de $2^{mm},5$; pression, 40^{kg}.

Au microscope, jusqu'à 20 min., on ne peut déceler de traces de précipité que sur les limites des grains; à partir de 25 min., on commence à voir à fort grossissement (1850 diamètres) de très petites aiguilles de précipité irrégulièrement réparties à l'intérieur des cristaux; au bout de 50 min., le précipité existe en proportion notable, et après 1 h. 30 min., il est très abondant. Pour des temps de revenu très longs, les éléments grossissent et perdent leur forme d'aiguilles. Sur les diagrammes de rayons X, les premières taches dues au précipité apparaissent pour un revenu d'une heure et, au même moment, on constate une diminution appréciable de la maille cristalline; celle-ci était restée, jusqu'alors, constante dans la limite de précision de nos mesures.

L'alliage à 7,4 % de magnésium présente en gros des phénomènes analogues et sa dureté augmente de 72 à 91 (revenu de 6 j. à 200°).

Un durcissement net se produit donc au cours du revenu à 200°, ce qui est en désaccord avec les observations de MM. Lacombe et Chaudron [6]. L'augmentation de dureté correspond à la formation en quantité croissante dans les cristaux d'un précipité bien visible à la fois au microscope et sur les diagrammes. C'est un durcissement par précipitation analogue à celui que nous avons décrit dans un alliage aluminium-cuivre à 250° et 300°. D'autre part, lorsque le précipité est en quantité assez importante pour produire une augmentation de la dureté, on observe en même temps une diminution de la maille, résultat contraire à ce qu'ont trouvé Fink et Smith [7].

Le microscope décèle déjà des aiguilles de précipité alors qu'aucune tache de diffraction n'est visible sur les diagrammes, malgré la sensibilité de notre méthode : cela provient sans doute du fait que les aiguilles assez rares sont en plus dans un état de cristallisation très imparfait. En effet, les taches dues au précipité apparaissent d'abord floues et souvent pourvues de traînées qui les joignent à une tache de diffraction de la solution solide; ces taches sont placées sur les anneaux de la phase β. Quand la durée du revenu augmente, elles deviennent plus nettes mais restent sensiblement sur les mêmes anneaux, finalement on obtient le diagramme net de la phase β.

On ne peut donc à aucun moment conclure à la présence, signalée par certains auteurs [7], d'une phase intermédiaire de structure cristalline

---

(6) *Métaux et Corrosion*, **12**, 1937, p. 132; *Comptes rendus*, **207**, 1938, p. 860.

(7) *Am. Inst. Met. Eng.*, **124**, 1937, p. 162; *Comptes rendus*, **202**, 1936, p. 1790.

différente de celle de la phase β. Le changement d'aspect du diagramme peut s'interpréter de la façon suivante : les atomes de magnésium, sortant lentement de la solution solide, semblent d'abord former, avec les atomes d'aluminium voisins, des édifices cristallins très petits et très imparfaits greffés sur le cristal de solution solide primitif et qui croissent au cours du revenu en tendant vers la structure parfaite de la phase β.

Les rayons X n'ont pas mis en évidence de changement de structure dans la solution solide avant précipitation. Nous n'avons pas trouvé d'augmentation de la maille; d'ailleurs, dans les conditions où nous nous sommes placés (échantillon réduit en poudre), les raies étaient très floues à tous les stades du revenu, ce qui a limité la précision de nos mesures (0,002 Å). Nous n'avons vu sur les diagrammes aucun indice « d'un état ordonné précédant la précipitation » décrit par P. Lacombe et G. Chaudron [8]. Enfin, aucun diagramme n'a présenté de traînées centrales analogues à celles trouvées pour les alliages aluminium-cuivre.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur l'inflammation spontanée des mélanges d'hexane normal et d'air*. Note de MM. **Eugène Fréling** et **Paul Laffitte**.

Nous avons déterminé la température d'inflammation des mélanges d'air et d'hexane normal aux pressions inférieures à 760^{mm} en utilisant un *pyromètre* en silice fondue de 120^{mm} de longueur et de 25^{mm} de diamètre intérieur. Les mesures ont porté sur les mélanges à 7; 6; 4,6; 3; 2 et 1,5 °/₀ d'hexane (temp. éb. à 760^{mm} : 68°,6-68°,9; $d^0_{20} = 0,6585$).

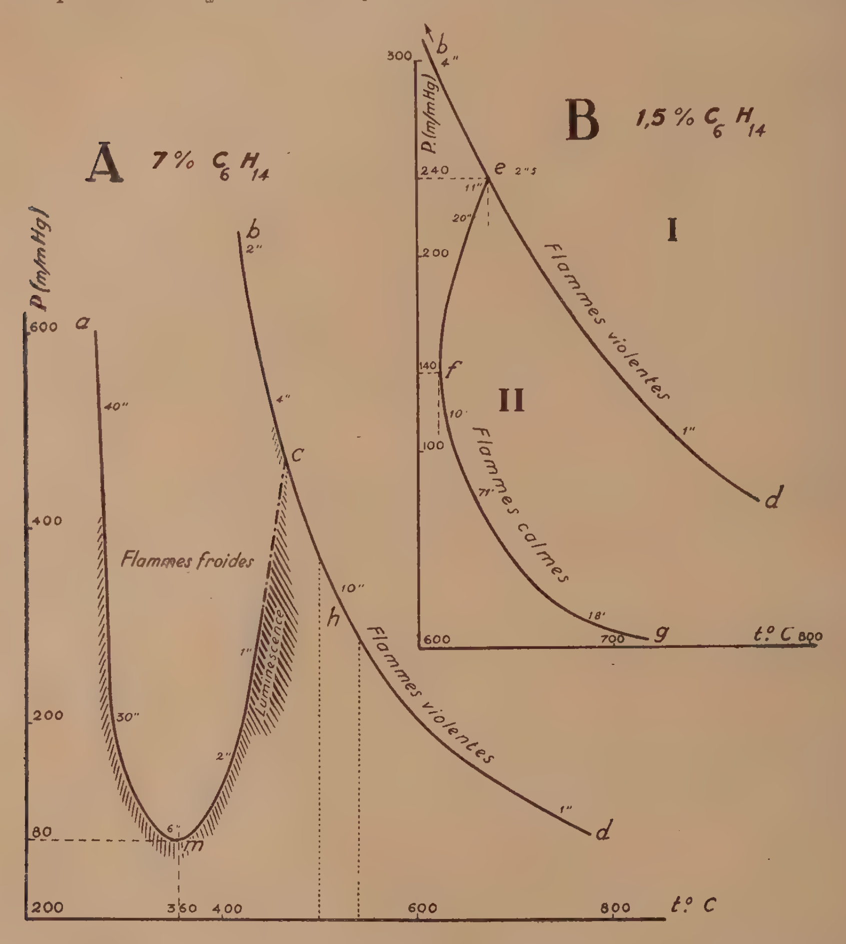
Les courbes température d'inflammation-pression ont l'allure de la figure ci-après. Pour tous les mélanges la courbe est du type A; mais pour ceux dont la concentration en hexane est inférieure à celle du mélange stœchiométrique (2,16 °/₀), nous avons découvert un nouveau type de flammes (type B) caractérisées par un très long retard (de l'ordre de plusieurs dizaines de minutes et pouvant même dépasser une heure), ceci à de hautes températures (plus de 600°) et à de basses pressions.

Type A. — Les mélanges donnent une flamme au-dessus des courbes *amc* et *bcd*. Il existe deux domaines d'inflammation : entre 270° et 400° on a des *flammes froides* bleues et calmes; au-dessus de 440° on a les *flammes normales* très brillantes.

---

(8) *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 860.

Lorsque la concentration en hexane diminue de 7 à 1,5 %, l'ensemble du diagramme subit une translation parallèle à l'axe des pressions; la température de *m* ne varie pas, mais la pression correspondante croît de 80 à 200^{mm} environ. Entre 400 et 450° on a un phénomène de luminescence peu intense que l'on ne peut observer que dans



l'obscurité la plus complète. De *a* à *m* et un peu au delà de *m* les flammes sont nettes et se propagent lentement. La zone hachurée au-dessous de *amc* correspond au phénomène de luminescence. Dans l'intervalle 270°-400° le vide réalisé et le temps de pompage jouent un rôle important sur la visibilité des flammes et même sur l'inflammabilité du mélange. Au-dessus de 440° (à droite de la courbe *bcd*) les flammes sont très brillantes et violentes et se propagent rapidement. La brillance croît lorsque l'on passe de 7 à 2 % d'hexane, mais pour une concentration donnée elle est maximum vers 540°. Les flammes sont violettes pour le mélange à 7 %, puis mauves à 6 %;

à 4,6 % et surtout dans la région *bch* elles sont bleues et souvent entourées d'une auréole jaune; à 3 % elles sont d'un bleu verdâtre et enfin au-dessous de 3 % elles deviennent bleu brillant. Le retard à l'inflammation décroît régulièrement sur la courbe *amc* depuis 40 jusqu'à une seconde; sur *bcd* il passe par un maximum en *h* vers 520°.

Type B. — On retrouve des courbes identiques à celles du *type* A; mais de plus, aux pressions inférieures à 200^{mm} et au-dessus de 620°, on a une flamme bleue et calme à *très long retard* (jusqu'à 70 minutes). Le domaine de ces flammes est représenté sur la figure B par la région II. En *f* la courbe *efg* a une tangente parallèle à l'axe des pressions. La température correspondante décroît de 620° à 614° lorsque la concentration passe de 2 à 1,5 % d'hexane, mais la pression reste voisine de 140^{mm}; donc le domaine II s'agrandit, les deux courbes *bd* et *efg* se déplaçant en sens inverse lorsque la concentration en combustible décroît. Les retards passent par un maximum (70 minutes pour 1,5 %; 13 minutes pour 2 %), ne coïncidant pas avec *f*. Lorsque la concentration décroît de 2 à 1,5 % les retards sur la courbe *efg* augmentent.

Un Mémoire détaillé sera publié dans un autre périodique. L'étude cinétique des phénomènes précédents est actuellement poursuivie.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Microméthode de dosage électrophotométrique de la morphine*. Note (¹) de MM. **Raymond Cahen** et **Henri Feuer**, présentée par M. Marc Tiffeneau.

Aucune méthode de dosage de la morphine ne s'est montrée jusqu'ici suffisamment précise et rigoureuse pour être applicable à la recherche de cet alcaloïde dans les tissus (²). Nous avons tenté, à cet effet, d'adapter la réaction apomorphinique de Denigès (³) à une microméthode électrophotométrique de la morphine.

Avant d'établir la courbe des variations du galvanomètre en fonction des doses de morphine, nous avons déterminé les conditions qui permettent de transformer quantitativement la morphine en apomorphine et qui sont,

---

(¹) Séance du 5 juin 1939.

(²) R. Cahen, *Thèse Doct. Sc.* (*Soc. fr. d'Éd.*, Paris, 1934, p. 78).

(³) Cette technique de G. Denigès (*Comptes rendus*, 151, 1910, p. 1062) consiste à déshydrater la morphine en apomorphine qu'on caractérise par la réaction de Grimbert et Leclère (*J. Pharm. Chim.*, 2, 1914, p. 425); F. Guyot (*Thèse Doct. Ph.*, Bordeaux, 1929, p. 40) avait déjà utilisé cette réaction pour évaluer colorimétriquement la morphine par comparaison avec une gamme étalon de solutions cobalticopotassiques et cuivriques.

par conséquent, les conditions optima de la réaction qu'il convient de normaliser.

Conditions de transformation quantitative de la morphine en apomorphine. — Pour qu'elle soit quantitative, la transformation de la morphine en apomorphine exige non seulement des conditions précises de chauffage, mais encore des proportions définies d'acide sulfurique, qu'on peut établir en comparant les colorations obtenues d'une part, avec des solutions titrées d'apomorphine, de l'autre, avec des solutions correspondantes de morphine soumises préalablement à la déshydratation sulfurique.

Pour une même quantité de SO^4H^2 et pour un même temps de contact (3 minutes) avec le soluté de morphine, le chauffage à l'étuve à 100° donne des résultats très inconstants, mais toujours plus faibles que pour les solutions correspondantes d'apomorphine.

Au contraire, le chauffage au bain-marie bouillant est très régulier et permet une transformation quantitative de la morphine.

Si l'on opère la déshydratation par chauffage au bain-marie bouillant, quelle que soit la dose de morphine utilisée dans nos expériences (0,02 à $0^{mg},20$), une durée supérieure à 5 minutes altère l'alcaloïde; une durée de contact inférieure, variant entre 1 minute et 5 minutes donne toujours des résultats correspondant à ceux de la solution d'apomorphine; dans nos essais, nous avons adopté une durée de contact de 2 minutes.

La quantité de SO^4H^2 nécessaire pour déshydrater la morphine varie avec la dose d'alcaloïde. Huit gouttes suffisent à une transformation complète; pour une dose plus élevée (0,10 à $0^{mg},20$) il faut utiliser 15 gouttes. Cette proportion d'acide n'altérant pas la coloration de quantités, mêmes faibles, de morphine, a été adoptée dans toutes nos expériences, quelle que soit la dose de morphine. La proportion relative des réactifs utilisés pour la réaction colorée (solutés de chlorure mercurique et d'acétate de sodium à saturation) est indifférente, sous réserve de ne pas modifier la densité de la solution.

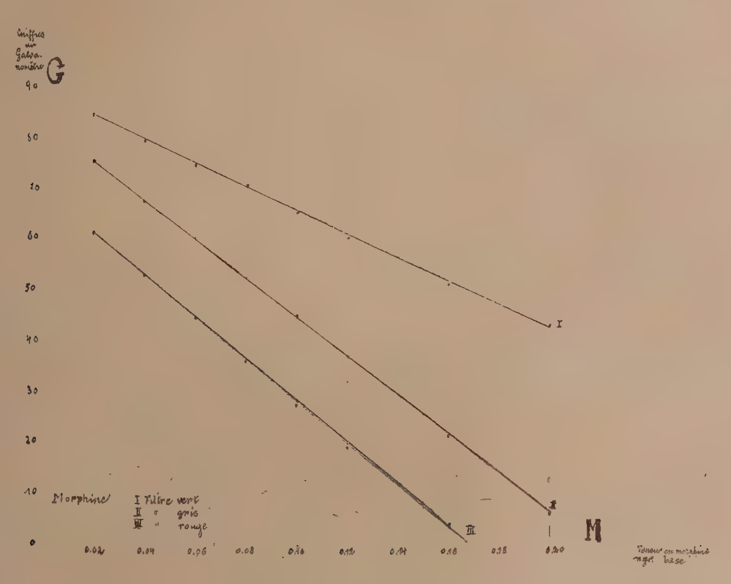
Technique de dosage. — La solution de morphine est évaporée; après refroidissement, on traite le résidu par 15 gouttes (soit $2^{cm^3},4$) d'acide sulfurique pur (procédé Gabriel Bertrand) et on laisse en contact pendant 2 minutes au bain-marie bouillant. Après refroidissement, on ajoute 5^{cm^3} de solution saturée d'acétate de sodium, 2 gouttes de soluté à 4 % de chlorure mercurique et porte à l'ébullition. Après refroidissement, on complète à un volume de 10^{cm^3}.

On procède à la mesure photométrique de la solution, à l'analiscomètre *Jouan* (écran rouge, diaphragme 6). La coloration de la solution étant vert émeraude, on a intérêt à utiliser un filtre de couleur complémentaire (rouge) ou de couleur neutre.

Les résultats des déterminations effectuées d'après la technique ci-dessus sont représentés sur les graphiques ci-contre, qui expriment les variations du galvanomètre en fonction des doses de morphine ou d'apomorphine (exprimées en alcaloïde base).

Quel que soit le filtre utilisé, ces graphiques sont constitués, pour les

doses étudiées, par des droites très régulières, dont la pente est plus élevée dans le cas du filtre rouge ou neutre que pour le filtre vert.



Microméthode de dosage électrophotométrique de la morphine.
En abscisse : M, quantité de morphine base (mg.). En ordonnée : G, indication du galvanomètre.
I, filtre vert; II, filtre neutre; III, filtre rouge.

Sensibilité et précision de la réaction. — La mesure électrophotométrique est possible pour des quantités de morphine (base) allant de 0,02 à $0^{mg},16$ (filtre rouge) et jusqu'à $0^{mg},20$ (filtre neutre et vert); la dose de $0^{mg},01$ est encore décelable, mais la plus petite quantité qu'on peut évaluer avec sécurité est de $0^{mg},02$. Dans les conditions ci-dessus, la précision varie avec les filtres utilisés : elle est moindre avec le filtre vert dont le graphique est peu incliné, l'erreur maximum étant de 10 °/₀ pour $0^{mg},02$ et de 5 °/₀ pour $0^{mg},20$. Pour le filtre neutre, l'erreur maximum est de 5 °/₀ pour $0^{mg},02$, de 1 °/₀ pour $0^{mg},16$. La précision est moindre si la déshydratation s'opère à l'étuve.

Même conservées à la lumière et examinées aux filtres les plus sensibles (neutre et rouge), les solutions obtenues sont d'une stabilité parfaite pendant 24 à 36 heures; après ce temps, elles faiblissent de 5 à 10 °/₀.

Conclusions. — La méthode électrophotométrique permet de doser la morphine par la réaction apomorphinique de Denigès pour des quantités

variant entre 0,02 et $0^{mg},20$. L'erreur maximum qu'on observe, dans les meilleures conditions expérimentales, est de 5 % pour des quantités de morphine de $0^{mg},02$ et de 1 % pour $0^{mg},16$.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des organomagnésiens mixtes sur les acylphénylhydrazones du benzaldéhyde. Méthode de préparation de β-alcoyl-α-acyl-phénylhydrazines.* Note [1] de M. **Panos Grammaticakis**, présentée par M. Marcel Delépine.

En généralisant la réaction des phénylhydrazones des aldéhydes avec les organomagnésiens mixtes [2] dans le cas des dérivés acylés de la phénylhydrazone du benzaldéhyde, j'ai constaté que ces produits réagissent avec les magnésiens selon les deux réactions simultanées

$$\text{(I)}\quad C^6H^5.CH{=}N.N(CO.R').C^6H^5 + R.MgX \rightarrow \underset{(A).}{C^6H^5.(R)CH.NH.N(CO.R').C^6H^5} \quad [3]$$

$$\text{(II)}\quad C^6H^5.CH{=}N.N(CO.R').C^6H^5 + R.MgX \rightarrow C^6H^5.CH{=}N.NH.C^6H^5 + R'.CO.R \quad [4]$$

La prédominance de l'une ou de l'autre de ces deux réactions dépend de la nature du magnésien et de celle du groupe acyle.

Remarque. — Au cours de la réaction (I), il se forme comme produits secondaires des acylanilines (B) et des imines (C).

La réaction *principale* pouvant donner naissance à ces produits est représentée par le schéma

$$\text{(III)}\quad C^6H^5.CH{=}N.N(CO.R').C^6H^5 \xrightarrow{R.MgX} \underset{(B).}{C^6H^5.NH.CO.R'} + \underset{(D).}{C^6H^5.CN} \xrightarrow{R.MgX} \underset{(C).}{C^6H^5.(R)C{=}NH} \quad [5].$$

---

(1) Séance du 5 juin 1939.

(2) *Comptes rendus*, **202**, 1936, p. 1289; **204**, 1937, p. 1262.

(3) La structure de ces corps (A) a été déterminée par hydrolyse chlorhydrique, par leurs spectres d'absorption (U-V) et pour certains d'entre eux, par synthèse par action des halogénures d'alcoyle sur les β-formyl-α-acylphénylhydrazines sodées et élimination ultérieure du groupe formyle par hydrolyse. Mais les rendements de cette dernière méthode ne sont pas, en général, très satisfaisants.

(4) La réaction (II) est en réalité plus compliquée que ne l'indique le schéma. En effet si le R de R.Mg.X est CH^3 ou C^2H^5, on observe un dégagement gazeux très important. Dans la présente Note, je ne mentionnerai qu'exceptionnellement les produits secondaires auxquels donnent naissance dans le milieu éthéromagnésien, la phénylhydrazone du benzaldéhyde d'une part, et l'acyle éliminé d'autre part.

(5) J'ai observé également une rupture de la liaison N—N des dérivés acylés des

Notons que le même schéma peut également être appliqué dans le cas de la formation des produits analogues (cétimines et aniline) lors de la condensation des magnésiens avec les phénylhydrazones des aldéhydes ([6]).

Dans le cas où la réaction (I) est prédominante, elle constitue une exellente méthode de préparation des corps de la forme (A) (Rt 60-90 %).

Les principaux résultats obtenus au cours de ces recherches sont les suivants :

Le traitement de l'acétylphénylhydrazone du benzaldéhyde par $C^2H^5.MgBr$ fournit la β-(α'-phénylpropyl)-α-acétyl-phénylhydrazine [$C^6H^5.(C^2H^5)CH.NH.N(COCH^3).C^6H^5$; $Eb_{<1\,mm} = 182°\text{-}184°$], liquide visqueux dont la phénylurée ($C^{24}H^{25}O^2N^3$) fond à 153°, et en petites quantités, la phénylhydrazone du benzaldéhyde.

L'action de $CH^3.MgI$ sur l'acétylphénylhydrazone du benzaldéhyde ou sur la carbamylphénylhydrazone du benzaldéhyde conduit presque exclusivement à la phénylhydrazone du benzaldéhyde.

L'action de $C^6H^5.MgBr$ sur les deux acylphénylhydrazones précédentes donne également, comme produits principaux, la phénylhydrazone du benzaldéhyde et les produits de réaction de cette dernière avec l'excès de $C^6H^5.MgBr$ [β-benzhydryl-phénylhydrazine (P. F. 77°), benzophénone-phénylhydrazone, benzophénone-imine, aniline, benzophénone-anile et, en petites quantités, le tétraphényléthane ([7])].

La benzoylphénylhydrazone du benzaldéhyde traitée par $C^6H^5.MgBr$ fournit la β-benzhydryl-α-benzoyl-phénylhydrazine

[$(C^6H^5)^2CH.NH.N(CO\,C^6H^5).C^6H^5$; P. F. 145°]

et, comme principaux produits secondaires, la benzophénone-imine, la benzanilide, le triphénylcarbinol et la phénylhydrazone du benzaldéhyde.

La benzoylphénylhydrazone du benzaldéhyde condensée avec $CH^3.MgI$ ou $C^2H^5.MgBr$ fournit, comme produits principaux, respectivement la

---

phénylhydrazones par distillation dans un vide très poussé. C'est ainsi, par exemple, qu'au cours de la distillation de la benzoylphénylhydrazone de l'acétaldéhyde et de la chlorocarbamylphénylhydrazone du benzaldéhyde, j'ai obtenu respectivement la benzanilide et l'isocyanate de phényle à côté d'autres produits.

([6]) *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 287.

([7]) Je dois noter qu'on retrouve également le tétraphényléthane lors de l'action de $C^6H^5.MgBr$ sur les β-formyl-phénylhydrazines, β-benzoyl-phénylhydrazines et les phénylhydrazones du benzaldéhyde et de la benzophénone.

β-(α′-phényléthyl)-α-benzoylphénylhydrazine

$$[C^6H^5.(CH^3)CH.NH.N(COC^6H^5).C^6H^5,\ \text{Éb}_{<1^{mm}}\ 195^\circ],$$

liquide visqueux, et la β-(α′-phénylpropyl)-α-benzoylphénylhydrazine

$$[C^6H^5.(C^2H^5)CH.NH.N(COC^6H^5).C^6H^5,\ \text{Éb}_{<1^{mm}}\ 198^\circ],$$

liquide visqueux et, comme produits secondaires, en quantités minimes, la phénylhydrazone du benzaldéhyde et les produits de décomposition de la benzoylphénylhydrazone du benzaldéhyde suivant le schéma (III) (acétophénone-imine, propiophénone-imine et benzanilide).

Enfin, par condensation de la phénylcarbamylphénylhydrazone du benzaldéhyde avec $CH^3.MgI$, $C^2H^5.MgBr$ et $C^6H^5.MgBr$, on obtient respectivement la β-(α′-phényléthyl)-α-phénylcarbamyl-phénylhydrazine

$$[C^6H^5.(CH^3)CH.NH.N(CO.NH.C^6H^5).C^6H^5,\ \text{P. F. } 144^\circ],$$

la β-(α′-phénylpropyl)-α-phénylcarbamyl-phénylhydrazine

$$[C^6H^5.(C^2H^5)CH.NH.N(CO.NH.C^6H^5).C^6H^5,\ \text{P. F. } 102^\circ]$$

et la β-benzhydryl-α-phénylcarbamylphénylhydrazine

$$[(C^6H^5)^2CH.NH.N(CO.NH.C^6H^5).C^6H^5,\ \text{P. F. } 214^\circ],$$

et en petites quantités la 1.3.4-triphényl-1.2.4-triazolone-(5) (P. F. 224°) formée par oxydation intramoléculaire de la phénylcarbamylphénylhydrazone du benzaldéhyde.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers des sulfoxytriazines.* Note de M. **Eugène Cattelain**, présentée par M. Marcel Delépine.

J. Bougault et L. Daniel (¹) ont montré que les thiosemicarbazones des acides α-cétoniques donnent facilement, par déshydratation, des sulfoxytriazines

$$\begin{array}{l} N\text{---}NH\text{---}CS \\ \| \qquad\qquad | \\ R\text{---}C\text{---}COOH \quad NH^2 \end{array} \xrightarrow{-H^2O} R\text{---}C\begin{cases} \overset{1}{N}\text{---}\overset{2}{NH} \\ \quad\ \ \ {}^{6}\ {}^{5}\quad {}^{4}\ {}^{3} \\ CO\text{---}NH \end{cases}CS.$$

Bien que les sulfoxytriazines se comportent comme monoacides en

(¹) *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 151.

présence de phénolphtaléine, elles donnent des monoéthers et des diéthers.

L'éthérification d'une sulfoxytriazine par un halogénure d'alcoyle conduit à un monoéther dont l'hydrolyse par l'acide chlorhydrique en milieu alcoolique fournit la dioxytriazine correspondante et un mercaptan (²) :

$$\begin{array}{c} \mathrm{N}\quad\mathrm{NH} \\ \mathrm{R{-}C}\langle\quad\rangle\mathrm{CSR_1} \\ \mathrm{CO}\quad\mathrm{N} \end{array} \xrightarrow{+H^2O} \begin{array}{c} \mathrm{N}\quad\mathrm{NH} \\ \mathrm{R{-}C}\langle\quad\rangle\mathrm{CO} \\ \mathrm{CO}\quad\mathrm{NH} \end{array} + \mathrm{R_1{-}SH}.$$

La formation de ce mercaptan apporte la preuve que ce monoéther est nécessairement un S-éther, le soufre réagissant selon la forme thiolique.

Deux formules possibles [(I) ou (II)] peuvent représenter ce monoéther suivant le sens de l'énolisation :

$$\underset{\text{(I).}}{\begin{array}{c} \mathrm{N}\quad\mathrm{NH} \\ \mathrm{R{-}C}\langle\quad\rangle\mathrm{CSR_1} \\ \mathrm{CO}\quad\mathrm{N} \end{array}} \quad \text{ou} \quad \underset{\text{(II).}}{\begin{array}{c} \mathrm{N}\quad\mathrm{N} \\ \mathrm{R{-}C}\langle\quad\rangle\mathrm{CSR_1}. \\ \mathrm{CO}\quad\mathrm{NH} \end{array}}$$

Pour fixer le choix de la constitution à adopter, nous avons préparé quelques diéthers de sulfoxytriazines par alcooylation directe des monoéthers *en milieu rigoureusement neutre*. Leur hydrolyse par l'acide chlorhydrique en milieu alcoolique, conduit au monoéther-2 de la dioxytriazine (IV) correspondant et à un mercaptan (²) :

$$\underset{\text{(III).}}{\begin{array}{c} \mathrm{N}\quad\mathrm{NR_2} \\ \mathrm{R{-}C}\langle\quad\rangle\mathrm{CSR_1} \\ \mathrm{CO}\quad\mathrm{N} \end{array}} \xrightarrow{+H^2O} \underset{\text{(IV).}}{\begin{array}{c} \mathrm{N}\quad\mathrm{NR_2} \\ \mathrm{R{-}C}\langle\quad\rangle\mathrm{CO} \\ \mathrm{CO}\quad\mathrm{NH} \end{array}} + \mathrm{R_1SH}.$$

Ce fait montre donc que le monoéther répond à la forme (I) et le diéther à la forme (III).

Propriétés. — Les S-monoéthers des sulfoxytriazines, contrairement aux N-éthers des dioxytriazines, se conduisent comme des monoacides vis-à-vis de la phénolphtaléine et se titrent avec beaucoup d'exactitude.

Alors que l'hydrogénation des N-éthers des dioxytriazines conduit avec

---

(²) E. CATTELAIN, *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1656.

ouverture du cycle aux acides semicarbazides monosubstitués ([3])

$$R-C\langle\begin{matrix}N & NH\\ CO & NR_1\end{matrix}\rangle CO \xrightarrow{H^2+H^2O} \begin{matrix}NH-NH-CONHR_1\\ |\\ R-CH-COOH\end{matrix}$$

celle des S-éthers des sulfoxytriazines s'effectue sans ouverture du cycle, par fixation de 2 atomes d'hydrogène en (1) et (6), en donnant les éthers des dihydrosulfoxytriazines correspondantes

$$R-CH\langle\begin{matrix}NH & NH\\ CO & N\end{matrix}\rangle CSR_1 \quad \text{et} \quad R-CH\langle\begin{matrix}NH & NR_2\\ CO & N\end{matrix}\rangle CSR_1.$$

Ces produits d'hydrogénation ne sont plus acides; ils régénèrent le composé initial par oxydation au moyen de l'iode en milieu alcalin.

Produits nouveaux préparés à partir de la benzylsulfoxytriazine

$$C^6H^5.CH^2.C\langle\begin{matrix}N & NH\\ CO & NH\end{matrix}\rangle CS.$$

1° Éthers de la benzylsulfoxytriazine

	P. F.		P. F.
S-monobenzylique	167°	N- et S-diméthylique	116°,5
N- et S-dibenzylique	106	N- et S-diéthylique	liquide

2° Éthers de la benzyldihydrosulfoxytriazine

	P. F.		P. F.
S-monobenzylique	125°	N- et S-dibenzylique......	liquide

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur la dissociation thermique du carbonate de zinc.* Note de M. **Adolphe Rose**, présentée par M. Charles Mauguin.

La smithsonite se dissocie comme la calcite en donnant lieu à un équilibre univariant entre CO^2 et deux phases solides ([1]).

([3]) L. Popovici, *Thèse de Doctorat ès sciences*, p. 39, Paris, 1932.

([1]) B. Bruzs, *J. Phys. Chem.*, 30, 1926, p. 689; G.-F. Hultig, A. Meller et F. Lehman, *Z. Phys. Chem.*, Abt. B, 19, 1932, p. 1; Rüstü Mehmet et G. Valensi, *Bull. Soc. Chim.* 5e série, 2, 1935, p. 1295; A. Rose, *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 905.

Mais, tandis qu'un cristal de calcite chauffé s'effrite facilement après sa dissociation, un cristal de smithsonite, même totalement dissocié, garde une certaine cohésion, et les petits cristaux de ZnO formés se présentent avec des orientations déterminées, mises en évidence par les renforcements des raies de diffraction dans les diagrammes de rayons X.

J'ai fait une première expérience sur un petit cristal de smithsonite limité par le rhomboèdre $e^3(3\bar{1}\bar{1})$. Les diagrammes conduisent aux conclusions suivantes :

1° une face $(10\bar{1}0)$ de l'oxyde de zinc est parallèle à une face e^3 du cristal de smithsonite; les arêtes du prisme de ZnO sont parallèles aux arêtes du rhomboèdre de CO^3Zn;

2° une face $(10\bar{1}0)$ de l'oxyde de zinc étant encore parallèle à l'ancienne face e^3 du rhomboèdre de smithsonite, les arêtes du prisme de ZnO sont parallèles aux axes binaires du rhomboèdre de CO^3Zn.

Une expérience faite sur un petit cristal limité par le rhomboèdre $p(100)$ a donné les mêmes résultats.

En comparant la disposition des atomes dans la face e^3 de CO^3Zn et dans la face m de ZnO, on remarque que les distances entre les nœuds des rangées [112] de CO^3Zn (arêtes du rhomboèdre) et [00.1] de ZnO ne diffèrent que de 0,4 Å (5,6-5,2). Il suffit de supposer un glissement de 1,90 Å environ des rangées [112] de CO^3Zn l'une par rapport à l'autre pour trouver la position des atomes de Zn dans ZnO. De plus, dans cette face e^3 de CO^3Zn, un atome d'oxygène reste lié à l'atome de zinc après le départ d'un groupe CO^2, et il suffit qu'il se déplace de 0,5 Å pour venir occuper les places de l'oxygène dans le réseau de ZnO.

Il en est de même pour la deuxième orientation : les distances entre les nœuds des rangées $[1\bar{1}0]$ du carbonate et [00.1] de l'oxyde ne diffèrent que de 0,6 Å (5,2-4,6). En supposant un glissement de 2,3 Å de deux rangées voisines (provoqué par le départ du gaz carbonique), on retrouve la position des atomes de zinc et d'oxygène dans l'édifice de ZnO.

Ces deux orientations paraissent donc s'expliquer en supposant de petits déplacements des atomes de zinc, provoqués par le départ de CO^2 (contraction).

Mécanisme de la dissociation. — La courbe de dissociation d'un cristal de smithsonite, à pression et température constantes, présente un caractère inattendu :

La pente de la courbe (perte de poids en fonction du temps) diminue

peu de temps après le début de la décomposition et peut même devenir presque nulle lorsqu'on opère à une température peu supérieure à la température du commencement de la dissociation; mais après quelque temps de chauffe, elle croît d'une façon très nette, puis diminue à nouveau et tend enfin vers zéro.

J'ai suivi de près ce phénomène pour en trouver le mécanisme. Un cristal pesant 0g,0725 est soumis à une dissociation partielle (77 CO^3Zn, 23 ZnO). Il ne donne plus, dans l'étude aux rayons X, que le diagramme de ZnO formant une couche à la surface du cristal. Si l'on enlève cette couche d'oxyde, soit par dissolution dans un acide dilué, soit tout simplement en usant superficiellement les faces du cristal, on obtient le diagramme du carbonate inaltéré.

C'est cette couche de ZnO en grains très petits qui, en s'épaississant, ralentit le départ de CO^2. Si on l'élimine, la courbe de dissociation reprend l'allure qu'elle avait au début, et si on l'enlève assez fréquemment, on obtient une courbe qui ne présente plus de point d'inflexion.

L'accélération qui succède à ce ralentissement s'explique par le grossissement des grains d'oxyde avec formation de fissures devenant de plus en plus larges. Ce grossissement des grains se manifeste sur le diagramme de rayons X (type Debye-Scherrer) par la finesse des raies de diffraction. Il est probable, également, que les orientations des cristallites de ZnO facilitent la formation des fissures.

LIQUIDES ANISOTROPES. — *Orientation dans le champ magnétique d'une goutte de liquide anisotrope suspendue.* Note de M. **Victor Naggiar**, transmise par M. Paul Langevin.

On observe généralement les corps mésomorphes entre deux lames de verre. On obtient des phénomènes plus purs et plus constants en suspendant une petite goutte sur un trou percé dans un disque.

Le *p*-azoxyanisol, à l'état de liquide nématique, est suspendu sur un trou de 2mm de diamètre percé dans un disque de 0mm,1 d'épaisseur. En lumière monochromatique, entre nicols, on observe des anneaux de biréfringence dont la régularité indique une inclinaison uniforme de l'axe optique dans toute la préparation.

1° *Dans un champ magnétique horizontal*, c'est-à-dire parallèle aux surfaces libres, on obtient l'extinction entre nicols croisés, quand l'un des

nicols a sa direction privilégiée parallèle au champ magnétique. Pour les autres positions des nicols, on observe les mêmes anneaux de biréfringence qu'en l'absence de champ magnétique *sans pouvoir déceler aucune variation de leur diamètre.*

On sait, d'après les travaux de Mauguin [1] et de Kast [2], que les axes optiques des liquides nématiques s'orientent parallèlement aux lignes de force magnétiques quand il ne se trouve aucune force antagoniste. Or, dans l'observation précédente, seul l'azimut des axes optiques varie; il n'y a aucune variation de leur inclinaison puisque le diamètre des anneaux reste constant. Il en résulte qu'en l'absence de champ magnétique les axes optiques sont tous dans des plans parallèles aux surfaces libres de la goutte; leur azimut y est quelconque mais varie d'une manière continue dans la préparation, l'aspect étant celui de la structure à noyaux.

2° *Quand la goutte se trouve dans un champ magnétique vertical*, c'est-à-dire dont les lignes de force sont perpendiculaires aux surfaces libres, les anneaux de biréfringence disparaissent à partir d'un certain seuil : il s'établit alors de nouveaux anneaux de biréfringence plus étalés qui s'évanouissent au centre de la goutte pour différentes valeurs du champ. Les axes optiques se redressent au sein du liquide mais non au voisinage des surfaces libres. Les observations sont analogues à celles de Mauguin, Fréedericksz [3], Repiewa, Van Wyck, Zolina et Bjornstahl; cependant ici les actions de paroi sont entièrement éliminées et les expériences résultent de l'antagonisme entre l'énergie de surface et l'énergie magnétique.

Si l'on note la valeur du champ magnétique H chaque fois qu'un anneau disparaît et que l'on porte sur un graphique

$$\delta = f\left(\frac{1}{H}\right),$$

où δ est la différence de marche au centre, entre le rayon ordinaire et le rayon extraordinaire, on constate que la fonction est linéaire pour des champs faibles et que cette loi se vérifie à 1 % près, limite des erreurs expérimentales possibles.

---

(1) *Comptes rendus,* 152, 1911, p. 1680.

(2) *Ann. Physik,* 83, 1927, p. 418.

(3) V. Fréedericksz et V. Zwetkoff, *Phyz. des Sowjet Union,* 6, 1934 p. 490; voir aussi H. Zocher et G. Ungar, *Zeits. f. Phys.*, 110, 1938, 529.

Pour comprendre les différents aspects de ce phénomène, il suffit d'admettre qu'il s'établit, le long des surfaces libres, une couche dans laquelle les axes optiques ne prennent pas la direction du champ, alors qu'ils lui obéissent entre ces deux couches. De plus, la relation établie entre δ et H, pour des champs faibles, permet de conclure que l'épaisseur de la couche non orientée est fonction linéaire de 1/H.

PÉDOLOGIE. — *Études comparées sur la biologie des sols du Nord et du Centre sahariens.* Note de M. **Charles Killian**, présentée par M. Maurice Javillier.

Après avoir exploré les principaux types de sols du Nord saharien, puis ceux du Sahara et du Soudan tropical, il me restait à étudier l'une des contrées les plus intéressantes du grand désert, celle qui forme transition entre ces deux régions, le *Hoggar*. Mes études se sont étendues sur trois années, de 1936 à 1938.

J'ai classé mes sols suivant leurs caractères granulométriques, très importants au point de vue biologique, et j'ai attaché un intérêt particulier à l'influence des facteurs biologiques sur leur formation.

Une comparaison entre un véritable sol climatique profond d'un mètre, très limoneux, au sommet de l'Asekrem (2600^m), et un autre, éolien, très psammique [dune de Beni-Ounif (850^m), Nord saharien], m'a montré des différences énormes relatives à leur teneur en calcaire, leur richesse en phosphates et en sels potassiques, bien moins prononcées en ce qui concerne les éléments biogènes, C et Az.

Quant à l'influence de la végétation sur la pédogénèse, elle est uniforme dans toute la région. Elle est passagère et faible aux endroits exposés à l'action destructrice, toujours renouvelée, du vent. Elle peut être voilée par l'activité des racines, lorsque celles-ci sont massées dans un volume trop restreint de sol. Au contraire, en présence d'une végétation buissonnante et touffue et par là abritée contre le vent, en particulier sous les pieds de *Zizyphus Saharæ*, il peut se constituer une véritable terre végétale. La richesse nutritive, en particulier le taux élevé de phosphates et de nitrates, la bonne aération et la dispersité du sol, favorisent très visiblement la vie animale et microbienne. Les totaux bactériens sont alors élevés, l'*Azotobacter* et les nitrificateurs existent, non seulement en surface, mais aussi à 40^{cm} de profondeur ; la flore microbienne est plus variée qu'ailleurs.

Au Hoggar, de même, les sols de ces *nebkas*, mélangés de détritus, présentent certaines supériorités indiscutables par rapport aux terres dénudées, telles que : hausse du pourcentage des sels totaux, de l'Az, du C et des particules dispersées. Toutefois j'ai pu constater que la présence d'espèces buissonnantes ne peut augmenter au delà d'un certain maximum le taux microbien, maximum qui dépend essentiellement de l'origine pétrographique des sols considérés. Enfin un excédent d'eau, très souvent accompagné d'une forte salure, entraîne une diminution nette du taux microbien. Dans ce cas les Bactéries sont remplacées par des Algues (Cyanophycées et Diatomées).

La déclivité du terrain, entraînant la formation de limons, peut améliorer très sensiblement un sol aussi mauvais que le reg caillouteux. Ce sol, cimenté en surface, est généralement dépourvu de végétation et présente des caractères physiques, chimiques et microbiologiques très particuliers, principalement en raison de son imperméabilité. Il est riche en nitrates, probablement d'origine ancienne.

Il en est de même pour les sols limoneux et argileux provenant de dépôts fluviatiles anciens. Ils sont caractérisés souvent par l'accumulation de sels solubles; au contraire les limons, formés récemment, lors des crues d'oueds, comptent parmi les sols les plus fertiles du désert.

Au Hoggar ces limons peuvent provenir également de la désagrégation directe de la roche. D'origine très récente (qu'on peut évaluer suivant leur teneur en Fe), ils sont toujours très pauvres en microorganismes. Mais ils fournissent un témoignage de l'action puissante, en altitude, des facteurs chimico-météorologiques qui s'opposent aux agents physico-météorologiques, prévalant dans les plaines du Nord saharien.

Parmi les autres facteurs, le taux des éléments biogènes est fondamental pour la vie microbienne au désert et constitue un véritable facteur limitant, bien plus que la teneur hydrique. Dans tous ces sols arides le dénombrement, dans les différents horizons, des totaux microbiens, et de l'*Azotobacter* et des nitrificateurs en particulier, fournit un excellent critérium de leurs qualités et de leur aération respectivement.

GÉOLOGIE. — *Le Nummulitique au nord de Girgâ (Haute-Égypte).*
Note de M. **Jean Cuvillier**, transmise par M. Charles Jacob.

Dans le but de grouper un nombre important d'observations complémentaires relatives à l'étude stratigraphique des terrains situés en Haute-

Égypte, à proximité immédiate de la vallée du Nil, j'ai récemment décrit [1] les successions sédimentaires développées au voisinage d'Esna (Kilabia et Gebel Sharaouana), un peu en amont de Louxor (Chaghab) et de Quéna (Khizam).

La présente Note comporte l'examen d'une nouvelle série stratigraphique située au nord de Girga, sur la rive droite du fleuve, à peu près en face d'El Bayadi, près d'un coude où les eaux du Nil viennent heurter franchement la grande falaise arabique.

Grâce aux sentiers tracés pour l'exploitation des carrières, l'ascension est assez facile des quelque trois cents mètres, séparant le maigre ruban des cultures, à la base, du plateau désertique, au sommet. La coupe géologique se présente selon le détail ci-après :

A la partie la plus inférieure, sur une grande épaisseur, un calcaire marneux blanc grisâtre, très schisteux, sans fossiles, surmonté par un banc de calcaire jaunâtre, plus dur, feuilleté, où abondent les grandes *Lucina thebaica* Zit.

Au-dessus le niveau le plus fossilifère de toute cette masse : c'est un calcaire jaunâtre assez dur, dans lequel j'ai rapidement fait la récolte suivante :

Nummulites atacicus Leym. A et B, *Alveolina* cf. *elongata* d'Orb., *Operculina libyca* Schw., *Operculina* cf. *canalifera* d'Arch., *Conoclypeus Delanouei* de Lor., *Opisaster nux* Desor var. *ægyptica* Gauth., *Schizaster esnehensis* Fourt., *Linthia esnehensis* de Lor., *Plesiospatangus insolitus* Fourt., *Eupastangus* sp. aff. *Peroni* Gauth., *Gryphaea pharaonum* Opp. *Spondylus ægyptiacus* Newt., *Mytilus thebaicus* Opp., *Chama latilamellata* Bell., *Cardita ægyptiaca* Fraas, *Lucina pharaonum* Bell., *Lucina thebaica* Zitt., *Lucina qurnaensis* Opp., *Cardium* cf. *halaënse* d'Arch., *Solarium subpatulum* Opp., *Turritella* cf. *carinifera* Desh., *Voluta* aff. *plicatella* Desh., etc.

Plus haut encore, se place un niveau de marnes feuilletées grisâtres, en apparence, sans fossiles.

Lui fait suite une épaisse couche de calcaire morcelé en tous sens, plus ou moins marneux et schisteux, aussi très peu fossilifère.

Il supporte un calcaire marneux en plaquettes emprisonnant plusieurs lits de silex et surmonté par une nouvelle couche de calcaire dur, fendillé, avec *Gryphaea pharaonum* Opp. et quelques Échinides, *Brissopsis* sp. de Lor., *Schizaster* cf. *Santamariai* Gauth.

La portion supérieure de cette coupe comprend encore une puissante série de calcaires marneux puis, de nouveau, des calcaires en plaquettes avec des bandes de silex à différents niveaux; dans les silex, on peut observer des Nummulites indéterminables

---

(1) *Bull. Inst. Ég.*, **19**, I, Le Caire, 1937, p. 63-65; *C. R. som. S. G. F.*, 1er mars 1937, p. 60-61; *Bull. Inst. Ég.*, **20**, II, Le Caire, 1939, p. 247-253; *Bull. Inst. Ég.*, **20**, I, Le Caire, 1938, p. 151-153.

en compagnie d'autres Foraminifères; au-dessus, viennent des bancs de calcaire dur, sans fossiles, très fragmenté, suivis par des marnes schisteuses jaunâtres et un nouvel horizon de calcaire avec lits de silex.

La zone la plus élevée est constituée par des couches plus blanches que dans les niveaux sous-jacents; ce sont, sur une grande épaisseur, des calcaires très fissiles qui supportent un calcaire grisâtre, avec de rares moules internes de Mollusques, *Cardita* sp., *Cytherea* sp. etc. Sur ces couches terminales, on rencontre des amoncellements de silex noirâtres, aux arêtes coupantes, provenant des derniers bancs affleurant encore çà et là sur le plateau.

Celui-ci, dans la région plus à l'Est, est profondément échancré par les ramifications d'un ouadi qui vient se terminer près de Nag-el-Deir.

L'ensemble de cette succession correspond à la partie supérieure de l'Yprésien que caractérisent encore assez nettement sa faune d'Échinides ainsi que la plupart des Foraminifères et des Mollusques que j'y ai récoltés; les rares Alvéolines représentées ici annoncent le passage à l'Éocène moyen qui se trouve réalisé plus au Nord, vers Assiout, par les calcaires pétris d'Alvéolines où apparaissent à leur tour les premiers *Orbitolites*.

MÉTÉOROLOGIE. — *La composante annuelle de la température en Syrie et au Liban*. Note [1] de M. **Soubhi Mazloum**, présentée par M. Georges Perrier.

L'analyse de la composante annuelle de la pluie, en Syrie et au Liban [2], a permis de reconnaître un régime orographique et un régime thermique; ce résultat justifie l'intérêt d'une étude analogue de la température.

Les moyennes mensuelles obtenues à l'aide de 45 thermomètres, observés en Syrie, au Liban et dans les pays voisins (Turquie, Irak, Palestine et Transjordanie), ont été analysées suivant la méthode de M. et Mme Labrouste. [Cf. *Bulletins du Service Central Météorologique* (Ksara); *Archives de la Direction Générale de l'Agriculture* (Damas); *Meteoroloji Rasatlari* (*Meteoroloji Işleri Umam Müdürlügü*, Ankara); *Monthly Weather Reports* (*Meteorological Service*, Bagdad); *The Climate of Palestine, Annual Reports* (*Hebrew Universty*, Jérusalem).]

---

(1) Séance du 5 juin 1939.

(2) *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 458.

Station.	Phase (%).	Imp. rel. (%).
Syrie.		
Alep	—2,42	80,7
Azaz	—2,96	75,7
Damas	—2,06	84,1
Deir-ez-Zor	—1,56	88,2
Deraā	—3,24	80,3
Djérablous	—1,79	82,4
Djisr-Choghour	—1,97	80,4
Hama	—1,53	71,8
Homs	—2,96	73,0
Hassetché	—2,24	83,1
Idlib	—2,00	57,0
Kamechlié	—5,06	97,8
Katana	—1,71	82,0
Kuneitra	—3,31	76,5
Lattaquié	—5,57	90,0
Nébek	—1,85	91,0
Palmyre	—1,52	80,9
Sélémié	—2,83	89,5
Soueida	—4,44	85,1
T_2 (I. P. C.)	—1,76	84,0
T_4 (I. P. C.)	—2,22	80,6
Irak.		
Bagdad (Hinaidi)	—2,03	97,6
Kirkouk	—2,26	83,5
Mossoul	—2,22	84,2
Rutbah	—1,76	86,1

Station.	Phase (%).	Imp. rel. (%).
Liban.		
Beyrouth (Nazareth)	—6,16	92,5
Djezzine	—4,86	85,0
Ksara	—4,33	61,2
Rayak	—4,03	86,7
Tripoli	—6,13	82,7
Hatay.		
Alexandrette	—4,29	88,3
Antioche	—3,26	76,5
Kirikh-Khan	—3,47	79,0
Transjordanie.		
Ammâne	—2,50	94,6
Turquie.		
Adana	—3,72	91,5
Dörtyol	—4,95	92,5
Diarbékir	—2,38	88,9
Mar'āch	—2,90	93,5
Urfa	—3,25	93,0
Palestine.		
Gaza	—2,82	75,2
Haïfa	—4,19	76,0
Mer Morte (N.)	—2,87	84,0
Jéricho	—2,93	94,0
Jérusalem	—3,34	22,7
Tell-Aviv	—4,45	91,4

La composante annuelle dégagée présente de faibles écarts de phase, d'année en année, et une variation continue de station à station. Les isophases moyennes, réalisées au 1er avril, ont été interprétées sur la carte (trait continu) et cotées en centièmes de la période.

Leur examen conduit à distinguer, en Syrie et au Liban, un régime *désertique*, qui règne sur la plus grande étendue, caractérisé par une avance de phase due à l'échauffement rapide du désert; un régime *méditerranéen*, où les variations thermiques sont retardées par l'effet de la mer; et un régime *de montagne*, dominé par l'influence du Taurus Arménien, dont les sommets enneigés en hiver retardent l'évolution annuelle des températures.

Les zones de passage du régime désertique aux deux autres, forment une bande périphérique qui encercle l'intérieur syrien, par un réseau serré d'isophases, dont le tracé peut être expliqué par le relief et la direction des vents.

Au Nord, ces courbes suivent le mouvement des premiers chaînons du



Taurus ainsi que la direction des vents dominants (W.-E.) qui ne favorise guère les échanges thermiques, dans le sens Nord-Sud. A l'Ouest, les isophases sont généralement parallèles à la côte; mais à la hauteur de Palmyre, elles sont refoulées vers l'Est, aussi bien d'ailleurs que les courbes isothermes [3], par suite du vent marin qui débouche par la trouée de Homs-Tripoli, et se répand en éventail dans la plaine; l'écran des chaînes du littoral interdit ailleurs le passage direct aux courants venant de la mer.

Le Djebel Druse constitue une zone secondaire de retard de phase (influence du relief).

Les courbes d'égale importance relative (trait pointillé) accusent la prédominance de la composante annuelle dans les variations thermiques;

---

(3) Ch. Combier, *Rev. de géog. physique et de géol. dyn.*, 6, 1933, p. 324.

comme pour la pluie, leur tracé est sensiblement orthogonal à celui des isophases.

Il apparaît, en définitive, qu'au point de vue des températures aussi bien que de la pluie, la Syrie se trouve sous la triple dépendance de la montagne, de la mer et du désert; la présente Note permet de délimiter la zone d'influence de chacun de ces facteurs.

HYDROLOGIE. — *Sur les eaux souterraines du Hauran (Syrie).* Note [1] de M. **Vladimir Frolow.**

La surface piézométrique des eaux souterraines du Hauran, dont les conditions de gisement ont été indiquées ailleurs (*Mémoires Société Ingénieurs constr. de France*, 1931, p. 630), est définie par le nivellement des 43 sondages faits dans cette région par l'Administration de la République Syrienne.

Les courbes de niveau piézométrique, interprétées à l'équidistance de 50^m (la même que pour les courbes de niveau du sol), permettent de distinguer sur la carte deux zones principales à caractéristiques nettement tranchées. Ces zones sont disposées de part et d'autre du Nahr Herrer.

L'une d'elles se trouve dans les plaines continuant les pentes de l'Hermon, l'autre dans les plaines établies au pied du Djebel Druse. Les courbes de niveau des eaux de la première zone montrent un parallélisme avec celles du sol. Dans la deuxième zone, au contraire, le caractère marquant est la non-concordance des courbes de niveau de l'eau et du sol. Il existe au-dessous de chacun des ouadi qui traversent le périmètre des sondages une crête des eaux souterraines. Comme, d'autre part, les ouadi ont déblayé des vallées, on voit sur la carte les crochets des courbes de niveau du sol tournés vers le Djebel Druse, tandis que les crochets des courbes piézométriques sont tournés vers la plaine. L'application de ces faits peut être la suivante :

Pour les plaines côté Djebel Druse. — *a.* Les eaux souterraines des plaines descendant du Djebel Druse ont leur origine principale dans les infiltrations des eaux des rivières; *b.* ces eaux cheminent d'une part dans une couche de gravillons, atteinte par les sondages à la base des basaltes et, d'autre part, dans les fissures de ces coulées et des calcaires qui y sont

(1) Séance du 30 mai 1939.


LA LEJA
DJEBEL DRUSE
Deir el Adas
Deir el Bokht
Jebab
Sanamein
Bassir
Harra
Semlin
Kneye
Mohadie
Ezraa
Ouadi ed Deneb
Bosra el Hariri
Gorfa
Opta
Namer
Seguia de Namer
Nahr Herrer
Nahte
Ouadi Ghazale
Dael
Tafass
Alma
Saouara
Herak
Ghazale
L. Mzérib
Raham
Garie Garbie
Garie Charkie
Karak
Ouadi ed Dahab
Yadoudé
Ataman
Oum Valed
Deraa
Naïme
Saïda
Kahel
Mousseifre
Sahouet
Oum el Hayadine
Ouadi ez Zeidi
Jize
Taibe
Nassib
Gasm
Maarbé
Bosra
Semedj

noyés, fissures également reconnues par les sondages; *c*. les eaux infiltrées s'écoulent ensuite, dans la direction générale du Nahr Herrer qui est parallèle en gros au Djebel Druse, mais elles s'étalent aussi transversalement entre les rivières descendant de ce massif.

Il faut signaler que sous la seguia de Namer (canal de dérivation d'une source) l'intumescence des eaux souterraines n'est pas décelée par les sondages. Cependant, à l'extrémité aval de la seguia, où les eaux retenues séjournent, il paraît exister une surélévation de la surface piézométrique. La courbe fermée de cote 550^{m} correspond à cette interprétation des résultats des sondages. Il serait désirable qu'elle puisse être vérifiée par un sondage complémentaire à l'est de Namer.

Le débit de la seguia est, peut-être, insuffisant pour influencer les eaux souterraines le long de son tracé. Mais il est possible que cette seguia ait été construite dans une partie peu fissurée des laves. Si cela est, la correspondance du réseau hydrographique et des crêtes de la surface piézométrique doit avoir une signification structurale et montrer que les rivières se sont établies sur les zones disloquées. Cette dislocation est-elle localisée au contact de différentes coulées issues du Djebel Druse?

B. *Pour les plaines côté Hermon.* — La nature des terrains constitués ici surtout par des cendres volcaniques, de même que la présence en amont de la vaste nappe d'eau souterraine de Kuneitra et le faible développement du réseau fluvial, suffit pour expliquer le parallélisme des courbes de niveau du sol et de la surface piézométrique des eaux. Un écoulement souterrain dans cette zone peut donc se concevoir sous la forme d'une nappe unique drainée par le Nahr Herrer et sans transports transversaux notables.

MYCOLOGIE. — *Sur la microflore des Levures du vin.*
Note de M. **Jean Renaud**, présentée par M. Alexandre Guilliermond.

Nous avons isolé, des lies de vins du Val-de-Loire (Quincy, Sauvignon, Pouilly-sur-Loire, Gris-Meunier, Monts, Vouvray, Bourgueil, Saumur, Anjou, Muscadet nantais), un grand nombre de races de Levures qui, pendant quatre ans, ont fait l'objet de recherches morphologiques, cytologiques et biologiques. Ces recherches nous permettent de présenter quelques remarques sur la microflore des Levures du vin.

L'étude des phénomènes sexuels et des propriétés biochimiques a mis en évidence, entre une soixantaine de formes de Levures isolées, une parenté

remarquable qu'il convient de souligner en premier lieu. Aucune de ces formes n'a pu être rapportée au genre *Zygosaccharomyces*. Dans toutes, à l'exception d'une seule, nous avons toujours obtenu des asques sur gélose de Gorodkowa ou sur bloc de plâtre. Les ascospores sphériques, au nombre de 2, 3, 4 par asque, mesurent en moyenne de 3 à 4^{μ}. Au moment de leur germination, elles se conjuguent directement deux à deux ou donnent naissance à de petites cellules haploïdes, et la conjugaison se fait entre celles-ci. Les zygotes, formées par conjugaison d'ascospores ou de cellules haploïdes, germent en donnant des cellules diploïdes qui, après s'être multipliées abondamment, finissent par former des asques. Ce processus sexuel, décrit pour la première fois par Guilliermond (1904), puis Kruis et Satawa (1918), puis Winge (1935) et Guilliermond (1936), a été retrouvé dans toutes les races isolées, à l'exception de deux chez lesquelles la parthénogénèse a été constatée. Du point de vue biochimique, toutes ces races ont donné une fermentation avec les sucres suivants : glucose, lévulose, mannose, galactose, saccharose, maltose et raffinose. L'action est lente sur le galactose dans une dizaine de cas. Elle est toujours faible avec le raffinose. Le lactose n'est jamais attaqué. Les caractères sexuels et biochimiques permettent donc de rattacher toutes les Levures isolées au genre *Saccharomyces*.

Les différences entre races portent sur les caractères secondaires suivants : les cellules, par leurs formes, appartiennent aux trois types *ellipsoideus cerevisiæ*, *pastorianus*. Les races de *S. cerevisiæ* sont rares, celles du type *pastorianus* plus fréquentes. C'est le type *ellipsoideus* qui est de beaucoup le plus répandu. Quelques races donnent, après fermentation dans des jus de raisins pasteurisés à 100°, un vin qui est trouble pendant un certain temps. Le vin obtenu, dans ces conditions, avec toutes les autres, se clarifie rapidement. Suivant les races, les dépôts se forment soit exclusivement au fond des flacons de culture, soit à la fois au fond et sur les parois. Deux levures ont montré un pouvoir agglomérant spécial et doivent être regardées comme précieuses pour la vinification ou la champagnisation. Le pouvoir alcoologène est toujours très accentué. Le vin obtenu avec 54 races titrait de 12 à 15° d'alcool. Dans 8 autres, le titre était compris entre 10 et 12°. Après fermentation sur le moût de bière liquide, le mode de végétation en surface est très varié, selon les races. Certaines ne produisent jamais de voile ou d'anneau; d'autres forment un anneau, plus ou moins développé, adhérent sur la paroi du tube de culture. D'autres forment un voile mince, complet ou réparti

en îlots, d'autres un voile épais, ayant une tendance à se déchirer et à tomber au sein du liquide fermenté. Les colonies en stries sur moût gélosé, après 60 jours, révèlent également des différences notables, d'une race à l'autre. Les unes sont vermiculées, d'autres granuleuses, d'autres lisses; certaines ont une consistance pâteuse, les autres sont sèches ou écailleuses. Enfin certaines colonies sont franchement blanches et brillantes, d'autres grisâtres et d'autres jaunâtres. Quelques races liquéfient la gélatine au bout d'une soixantaine de jours et les autres restent sans action, même après plusieurs mois de culture.

Mais c'est surtout par l'aspect des colonies géantes, sur moût gélatiné à 12 $^0/_0$, que les différences d'une race à l'autre sont les plus apparentes. Les photographies de ces colonies nous ont permis, en tenant compte des caractères morphologiques, de comparer les races entre elles ainsi que les microflores de tous les vins étudiés. On suppose généralement qu'il existe, dans les vins de chaque région, une microflore de Levures spéciale, et la vinification de jus de raisins provenant de vignes hybrides par des Levures isolées de vins réputés est une pratique courante basée sur cette hypothèse. Mais l'adaptation des Levures aux crus d'origine est très mal connue. Les Levures ont-elles simplement une physiologie particulière ou bien sont-elles vraiment des races spéciales pour chaque vin? Nos recherches montrent, qu'en fin de fermentation, il n'existe jamais une seule Levure, mais un groupe de Levures composées par des races de *S. ellipsoideus* presque toujours associées à des races de *S. cerevisiæ* et *S. pastorianus*. Ces races sont très nombreuses et nous en avons caractérisé 62. Dans une Note antérieure, nous avons décrit des *S. ellipsoideus* analogues au *S. ellipsoideus* d'Hansen conservé au laboratoire de Baarn; nous avons même décrit une race voisine, très fréquente, isolée de 6 vins différents.

Par contre, une cinquantaine de races n'ont été trouvées qu'une seule fois. D'autre part, souvent, les colonies géantes des races isolées d'un vin s'apparentent par quelques caractères communs. Celles provenant d'un premier vin semblent recouvertes d'une fine poussière farineuse, celles rencontrées dans un autre ont une couleur franchement blanche, celles d'un troisième sont grisâtres et celles d'un quatrième nettement jaunâtres. Nous pensons que, dans son ensemble, la microflore de chaque vin est spéciale mais ne diffère pas, malgré tout, complètement de celle d'un autre vin.

En résumé, au cours de nos recherches, nous avons caractérisé soixante-deux races de Levures de vin et constaté que les Levures de fermentation forment un groupe extrêmement homogène par ses caractères principaux,

en particulier par sa sexualité. Elles se rangent toutes dans le genre *Saccharomyces* et appartiennent aux types *ellipsoideus cerevisiæ et pastorianus*. Certaines races, sans doute très répandues, se rencontrent dans des vins d'origine très différentes, mais la microflore de Levures de chaque vin, dans son ensemble, apparaît assez spéciale.

BIOCLIMATOLOGIE. — *Le climat solaire et la croissance de la betterave sucrière.* Note de M. **Marcelin Godard**, présentée par M. Charles Maurain.

Nous nous proposons de préciser l'action de la radiation solaire sur la croissance de la betterave sucrière (var. Vilmorin B) dans les conditions naturelles en exposant les résultats que nous avons obtenus depuis 1936 au Centre de Recherches agronomiques de Versailles.

Dispositif expérimental. — Chaque année, de juillet à fin octobre, deux types d'écrans en tissu de jute plus ou moins serré, placés horizontalement à 90^{cm} du sol, permettaient de réduire la radiation globale reçue par certaines parcelles, toutes autres conditions restant les mêmes. Au lieu d'être fixés à demeure, ces écrans étaient *mobiles*, *mis en place seulement par beau temps* (journées claires ou peu nuageuses) de 9^h à 15^h en moyenne. Les toiles absorbant respectivement 47 et 72 °/₀ de la radiation, les conditions d'éclairement sous les parcelles ombrées correspondaient à un ciel couvert ou très nuageux.

Le climat solaire de chaque parcelle était déduit des enregistrements d'un solarigraphe de Gorczynski étalonné par C.-E. Brazier à l'Observatoire du Parc Saint-Maur. On sait qu'à défaut de mesures directes d'éclairement (facteur lumière), on peut admettre qu'il y a approximativement proportionnalité, pour la lumière du jour dans les conditions ordinaires et pour des durées assez grandes, entre radiation globale et éclairement du sol ([1]). Rappelons que la radiation solaire globale est la quantité d'énergie exprimée en calories-grammes reçue par 1^{cm^2} de surface horizontale provenant de la radiation solaire directe, du ciel bleu et des nuages.

Résultats. — D'une manière générale, on observe sous les ombrages une diminution de croissance ([2]) portant presque uniquement sur la racine (poids frais, poids sec, teneur en sucre). Le poids sec des bouquets n'a été en effet que peu affecté par la réduction de lumière dans les conditions où

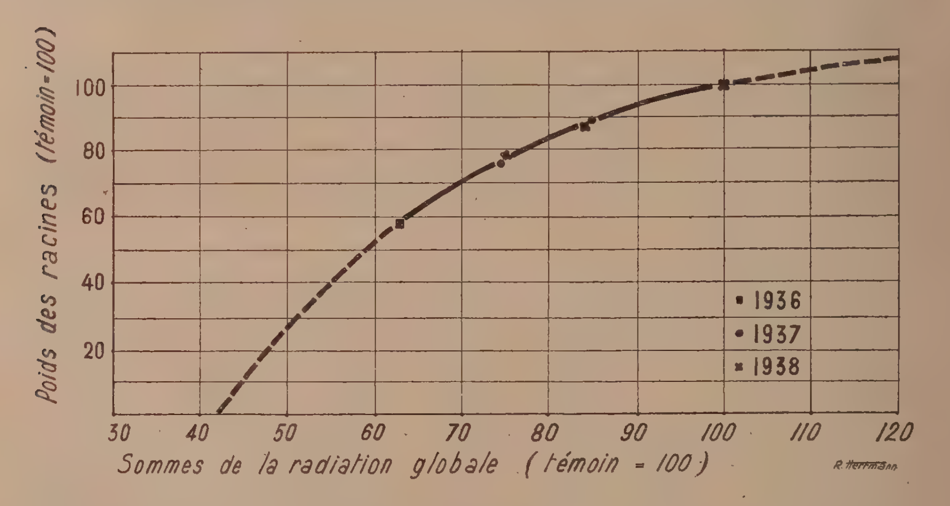
([1]) Ch. Maurain, *Ann. de l'Inst. Phys. du Globe*, **13**, 1935, p. 87.

([2]) Cf. H. Colin, *Bull. Ass. Chim. de Suc. et de Dist.*, **38**, 1920-1921, p. 61.

nous avons opéré (temps de présence des écrans inférieur à 20 °/₀ de la durée totale des heures de jour). Ne furent notées que de faibles variations morphologiques et physiologiques : feuillage plus aqueux, plus vert; rapport limbes/pétioles plus petit; début de jaunissement automnal plus tardif.

Dans le présent exposé, le poids sec des racines a été comparé dans chaque cas aux sommes de l'énergie radiante reçue pendant le même temps. Toutefois, pour éliminer les fluctuations de rendements dues à l'action des autres facteurs de croissance, température et eau notamment, et rendre ainsi comparables les résultats afférents à chaque année, les rendements ont été exprimés en valeur relative par rapport aux témoins de pleine lumière. De même, les éclairements ont été évalués en °/₀ de ceux des témoins.

Dans ces conditions, on obtient à partir des données précédentes le graphique ci-après, qui se rapporte à l'époque de la récolte.



Du point de vue expérimental, on constate que pendant les trois années d'essai qui furent moyennement ensoleillées, une réduction de la radiation, *limitée aux journées de plein soleil et aux heures où l'éclairement est maximum*, a entraîné une diminution de croissance appréciable et cela suivant une même loi. Toutefois, l'augmentation de poids due à un même accroissement de la radiation globale est d'autant plus faible que le facteur lumière est plus près du maximum (loi des rendements décroissants).

Du point de vue théorique, l'examen de la courbe ci-dessus conduit aux

déductions suivantes : 1° Il existerait un seuil correspondant à environ 40 % de la radiation globale moyenne reçue au-dessous duquel la croissance de la racine n'est plus possible. A ce moment, le point de compensation serait atteint, les pertes par respiration équilibrant les gains dus à l'assimilation. 2° Pour des éclairements supérieurs à ceux notés pour les témoins, on obtiendrait une augmentation de tubérisation, toutes les autres conditions restant les mêmes.

Dans les conditions naturelles, le point de compensation est susceptible d'être atteint au cours des journées très sombres de l'été et surtout de l'automne. Quant à l'action positive d'une forte luminosité, elle s'expliquerait par la réussite de la betterave sucrière sous des climats plus lumineux que celui de la région parisienne.

Conclusions. — Les résultats obtenus permettent de conclure que, sous nos conditions de climat tout au moins, la betterave sucrière tend à utiliser au maximum la lumière. L'action favorable de la radiation solaire a toutefois pour limite celle que lui impose notamment le facteur eau. Cela explique qu'aux années à printemps et été particulièrement lumineux comme 1911, mais *s'accompagnant de sécheresse*, puisse correspondre une faible récolte, et aux années humides comme 1912, quoique peu ensoleillées, des rendements en excédents. En fait, comme l'indique le calcul des corrélations, c'est à l'automne, où les besoins en eau sont généralement satisfaits que la radiation solaire présente pratiquement son maximum d'efficacité.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Étude de l'effet activant de différents mélanges de facteurs énergétiques, combinés à la dose optima, sur la croissance d'un Staphylocoque et d'une levure abiotiques.* Note de MM. **Auguste Sartory, Jacques Meyer** et **André Netter**.

Nous avons déterminé [1] l'unité *Bios* pour certains facteurs énergétiques, trouvés actifs sur l'amorcement et la croissance de deux organismes abiotiques, *Staphylococcus pyogenes aureus* et *Debaryomyces mucosus*.

Dans le présent travail nous étudions l'effet activant de différents mélanges de facteurs énergétiques, combinés à la dose optima de leur activité.

---

[1] *Bull. Ac. Méd.*, **121**, n° **21**, 6 juin 1939, p. 776.

Ces recherches nous ont montré que la combinaison des facteurs accessoires ordinaires, tels que vitamine B^1 et acide nicotinique, occasionnait une activation de croissance plus prononcée par rapport à celle due à l'emploi d'un seul de ces facteurs stimulants. Mais l'augmentation du nombre des germes correspond dans les premières 10 heures de culture uniquement à la somme globale résultant de l'addition des valeurs dues à l'activation de chaque facteur introduit dans le système stimulant.

Nous rapportons dans le tableau ci-dessous quelques-uns de nos résultats.

	Debaryomyces mucosus.		*Staphylococcus pyogenes aureus.*	
Substrats + Facteurs activants (Dose de la solution activante : $0^{cm^3},5$).	Accroissement (%).	Unité *Bios.*	Accroissement (%).	Unité *Bios.*
Vitamine B^1.............	400	$2^{\gamma},5$	282	$3^{\gamma},55$
Acide nicotinique........	376	$0^{mg},13$	140	$0^{mg},35$
Vitamine B^1 + Ac. nic...	775	$2^{\gamma},5$ V. + $0^{mg},13$ Ac. nic.	425	$3^{\gamma},55$ V. + $0^{mg},35$ Ac. nic.
Biotine purifiée..........	0	$0^{cm^3},5$	0	$0^{cm^3},5$
Biotine + Stérol.........	1125	0,088	1015	0,098
Biotine + Vitamine B^1....	840	0,115 B. + $2^{\gamma},5$ V.	625	0,145 B. + $0^{\gamma},35$ V.
Biotine + Ac. nicotinique..	815	0,115 B. + $0^{mg},13$ Ac. nic.	483	0,145 B. + $0^{mg},35$ Ac. nic.
Biotine + Stérol + Vit....	1300	0,088 B. S. + 1/3 Un. Vit.	1095	0,098 B. + S. + 1/3 Un. Vit
Biotine + Stérol + A. n...	1300	0,088 B. S. + 1/2 Un. A. n.	1095	0,098 B. + S. + 1/2 Un. A. n
Biotine + Stérol : $0^{cm^3},1$...	1000	0,1 B + S.	1000	0,1 B + S.

En ce qui concerne l'effet de la combinaison de la biotine purifiée seule avec la vitamine B^1 ou l'acide nicotinique, nous pouvons confirmer les résultats de Kögl (2). L'action de la vitamine B^1 ou de l'acide nicotinique est renforcée fortement par la présence de la biotine purifiée. Ces deux corps peuvent donc à une certaine mesure remplacer le stérol de Devloo (3), absent dans nos milieux.

D'après nos recherches, l'inosite ne peut pas être considérée comme facteur énergétique microbien.

Aucune association de facteurs énergétiques ne produit un effet aussi favorable que celle entre la biotine purifiée et le stérol de Devloo, que nous avons préparé par extraction éthéro-alcoolique du sucre de canne. Cette activation est tellement forte, que l'addition d'un autre facteur énergétique,

(2) *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, **242**, 1936, p. 76 et **243**, 1936, p. 189; *Rec. Trav. Chim. Pays-Bas*, **57**, 1938, p. 747.

(3) *Arch. Intern. Physiologie*, **46**, 1938, p. 157.

vitamine B[1] ou acide nicotinique, ne peut plus exercer sa pleine vigueur et reste largement inférieure à son rendement initial. Ce fait se manifeste surtout, si l'on emploie les facteurs énergétiques à des doses inférieures à celle de l'unité *Bios*. C'est dans ces conditions que l'on peut le mieux étudier l'influence de combinaison de la biotine avec d'autres facteurs énergétiques. Ainsi la différence de l'action synergétique entre les combinaisons de facteurs accessoires de croissance sur les divers microorganismes devient fortement manifeste.

Pour la levure, la combinaison *biotine + stérol + acide nicotinique* est la préférée, tandis que le staphylocoque trouve son avantage dans un milieu contenant le complexe : *biotine + stérol + vitamine* B[1].

D'autre part nous pouvons confirmer les résultats de Kögl : l'addition de doses minima, inférieures à celles des unités *Bios*, de vitamine B[1] et d'acide nicotinique, occasionne dans les milieux contenant de la biotine activée, une croissance culturale de début 3 à 4 fois plus forte pour nos deux organismes, par comparaison avec celle du milieu ne contenant que la biotine activée seule.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Recherches sur le diabète sucré permanent consécutif aux injections d'extrait de lobe antérieur d'hypophyse chez le chien normal.* Note (1) de M. **Auguste Loubatières**, présentée par M. Hyacinthe Vincent.

Dès 1932, B. A. Houssay a démontré l'action diabétogène des extraits frais alcalins ou en eau salée de lobe antérieur d'hypophyse. Ces extraits, injectés quotidiennement dans le péritoine du chien normal, élèvent sa glycémie et les symptômes du diabète apparaissent. Si les injections sont supprimées, ou si elles sont continuées à la même dose, l'hyperglycémie ne se maintient pas et l'animal recouvre rapidement un état normal.

Mais si, comme l'a découvert F. G. Young (2), les doses d'extrait hypophysaire injectées chaque jour sont augmentées dès que la glycosurie s'atténue, l'état diabétique peut être maintenu pendant deux à quatre semaines et, fait important, il persiste après la suppression des injections. Un diabète sucré expérimental permanent est ainsi réalisé.

---

(1) Séance du 5 juin 1939.

(2) *The Lancet*, 2, 1937, p. 372.

J. Campbell et C. H. Best ([3]), puis B. A. Houssay et A. Biasotti ([4]), enfin dernièrement F. C. Dohan et F. D. W. Lukens ([5]) ont pu reproduire ce phénomène remarquable, que j'ai réussi à obtenir moi-même en procédant de la façon suivante.

Un chien de 4kg,930 a été mis en expérience le 6 février 1939. A partir de cette date il a reçu tous les jours une injection intrapéritonéale d'extrait frais de lobe antérieur d'hypophyse de bœuf, préparé à une température voisine de 0°, selon la technique décrite par J. A. Schockaert ([6]). Les doses injectées ont été augmentées dès que l'hyperglycémie et la glycosurie avaient tendance à s'atténuer. La dernière injection a été faite le 24 février 1939 et le diabète a persisté depuis lors, sans interruption.

L'observation de ce chien s'étend à l'heure actuelle sur une période de 100 jours. Les chiffres du tableau ci-dessous permettent d'apprécier les particularités du diabète observé. En dépit de la forte intensité de sa glycosurie, l'animal ne maigrit que très lentement; il n'a perdu, après plus de 3 mois, que 15 % de son poids initial. Son état général reste excellent; sa force musculaire et sa vivacité sont celles d'un chien normal. Malgré la présence d'hydrates de carbone dans le régime alimentaire, l'urine donne depuis quelques jours la réaction de Legal. L'ensemble de ces caractères distingue nettement ce diabète de celui que provoque l'extirpation du pancréas.

1° *Pendant les injections d'extrait hypophysaire.*

1939.	Quantité d'extrait en g. de glande fraîche.	Glycémie °/₀₀.	Vol. d'urine en cm³ par 24 h.	Glycosurie en g. par 24 h.	Poids du chien en g.
6 février	5	0,99	–	–	4930
9 »	5	2,35	200	13,62	–
10 »	5	1,80	175	8,23	5250
13 »	8	3,15	415	17,06	5400
16 »	12	2,37	220	9,99	4750
22 »	14	3,66	1700	70,92	4850
24 »	15	3,92	1400	66,64	4900
(Dernière injection).					

([3]) *Amer. Journ. Physiol.*, **123**, 1938, p. 30 (*Proc.*).
([4]) *XVIe Congrès internat. de Physiologie* (Zurich, août 1938).
([5]) *Amer. Journ. Physiol.*, **125**, 1939, p. 188.
([6]) *Anatomical Records*, **50**, 1931, p. 381.

2° *Après cessation des injections d'extrait.*

1939.	Glycémie ‰.	Vol. d'urine en cm³ par 24 h.	Glycosurie en g. par 24 h.	Rapport D/N.	Poids du chien en g.
		a. Période de régime mixte (pain et viande).			
2 mars	3,81	970	37,94	–	5200
4 avril	2,94	2000	140,82	–	4480
30 »	4,62	1100	49,97	–	4850
15 mai	3,09	700	47,69	–	4250
		b. Période du régime carné.			
6 mars	2,80	635	28,75	2,4	5050
8 »	2,98	480	16,65	1,48	5000
		c. Jeûne depuis 24 heures.			
14 »	1,71	270	12,19	–	–
		d. Jeûne depuis 48 heures.			
15 »	1,50	60	0,21	–	4760

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *L'évolution des diverses formes d'acidité urinaire au cours du nycthémère.* Note de Mme **Simone Belluc**, MM. **Jules Chaussin**, **Henri Laugier** et Mme **Thérèse Ranson**, présentée par M. Alexandre Desgrez.

Nous avons examiné (¹) l'élimination urinaire globale et l'élimination de chaque élément au cours d'une expérience de 7 jours en régime défini et constant avec de l'eau comme boisson et caractérisée en azote par une élimination moyenne de 28g,9 d'urée par 24 heures.

Pour cette même expérience, nous donnons aujourd'hui les résultats concernant l'acidité urinaire et ses divers aspects suivant la technique de Grimbert Morel (²).

Nous avons ainsi déterminé l'*acidité* à la phtaléine (A), l'*acidité phosphatique* (AP), l'*acidité organique* (AO) et l'*acidité* saturée par l'ammoniaque (acidité formol AF).

(¹) *Comptes rendus*, **203**, 1936, p. 273, 1946 et **207**, 1938, p. 90; *Le Travail humain*, **6**, IV, 1938, p. 437 et **7**, I, 1939, p. 62.

(²) *Comptes rendus*, **154**, 1912, p. 378.

Si (A) < (AP), il y a dans l'urine une certaine quantité de phosphate *di* qui représente *une alcalinité phosphatique* (AP-A).

Le tableau suivant représente, exprimées en centimètres cubes de liqueur normale, les moyennes des valeurs d'élimination au cours des 7 jours de l'expérience pour chaque période de fractionnement.

Période de fraction.	Concentrations °/₀₀.			Débits (4 h).					
	A.	A.P.	A.F.	A.	A.P.	(AP—A).	A.O.	A.F.	V.
(8^h-12^h)...	14,35	13,37	33,9	4,85	4,40	−0,45	0,45	11,2	346 cm³
(12–16)...	1,73	20,23	22,9	0,58	6,53	+5,95	0	7,44	335
(16–20)...	16,6	29,91	41,2	3,70	7,00	+3,30	0	9,48	245
(20–24)...	15,3	23,49	43,7	3,46	4,82	+1,36	0	8,83	214
(24– 4)...	16,1	23,35	66,1	2,60	3,79	+1,19	0	11,01	180
(4– 8)...	40,7	39,12	78,6	5,78	5,55	−0,23	0,23	11,16	144
24.......	–	–	–	20,97	–	–	0,65	63,93	1464

Les résultats essentiels sont les suivants :

1° Sur l'ensemble des 24 heures le débit d'acidité (AF) est le triple de celui de l'acidité (A).

2° Sur le fractionnement nycthéméral, très faible concentration en acidité (A) avec le plus faible débit, dans la période (12^h-16^h) qui suit le repas de midi (vague alcaline, contre-coup de la sécrétion gastrique acide), faible concentration également marquée pour l'acidité formol (AF).

3° Valeur très élevée, maximum en concentration et en débit de l'acidité phtaléine (A) pendant la deuxième partie de la nuit, période (4^h-8^h) déjà signalée par Fontès et Yovanovitch ([3]). Il est possible que la faible ventilation pulmonaire de la nuit, en augmentant l'acidité carbonique du milieu intérieur, joue un rôle dans l'hyperacidité urinaire des éliminations correspondantes. L'acidité formol (AF) présente également un maximum pendant cette période.

Dans les périodes intermédiaires (16^h-20^h) et (20^h-24^h), la sécrétion alcaline intestinale et la sécrétion gastrique, actions en sens inverse, donnent une valeur intermédiaire à l'acidité urinaire et rendent moins sensible après le repas de 20^h le retentissement sur l'acidité urinaire de la vague alcaline consécutive au repas.

Les deux périodes (4^h-8^h) et (8^h-12^h) du nycthémère manifestent la plus forte élimination acide, avec présence d'une petite quantité d'acidité organique.

([3]) *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 5, 1923, p. 348 et 363.

Dans les quatre autres périodes où (AP-A) est positif, il n'y a pas d'acidité organique, l'urine contient un mélange de phosphates mono et de phosphates di, et leur proportion permet de connaître le pH de l'urine.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le temps de coagulation du fibrinogène par la thrombase en présence des fluorures alcalins. Inversion de la relation de Quick.* Note de M. **Georges Crut**, présentée par M. Maurice Javillier.

Quick a montré [1] que, d'une façon générale, la relation entre le temps de coagulation du fibrinogène et la concentration en thrombase d'une solution s'exprime par la relation

$$t = k\frac{1}{y} \quad (y = \text{concentration de la thrombase}),$$

k étant une constante en rapport avec le degré de dissociation de l'électrolyte présent dans le milieu et telle qu'elle croît avec l'augmentation en sel neutre de la solution.

Si cette relation se vérifie dans la plupart des cas (voir tableau I), il n'en va plus de même si l'on s'adresse à des fluorures alcalins pour des concentrations allant de N/10 à N. On constate (voir tableau II) que non seulement le temps de coagulation n'augmente pas avec la concentration en fluorures alcalins de la solution, mais diminue au contraire jusqu'à la limite de précipitation du fibrinogène par ces sels.

Les solutions de fluorures alcalins utilisées étaient des solutions normales dont le pH variait de 7 à 8, l'influence de la réaction ayant son importance comme je l'ai montré [2] dans la vitesse de coagulation du fibrinogène par la thrombase. Celle-ci est obtenue par l'une des méthodes d'Howell [3], d'Eagle [4] ou de Quick (*loc. cit.*), et le fibrinogène par la méthode bien connue d'Hammarsten.

La solution de fluorure de sodium utilisée était non exactement normale, mais à la limite de solubilité de ce sel, environ 40g par litre; le fluorure de lithium, trop peu soluble, n'a pu être essayé dans ces conditions.

---

(1) *Am. J. Phys.*, **115**, 1936, p. 317.
(2) *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 95.
(3) *Am. J. Phys.*, **32**, 1913, p. 264.
(4) *The Journal of General Physiology*, **10**, 1935, p. 531.

Temps de coagulation du fibrinogène par la thrombase.

	Nombre de gouttes.	Tableau I. Na Cl.	K Br.	KI.	Mg Cl².	Ca Cl².	Tableau II. Am F pH 7.6.	Na F pH 7.4.	KF pH 7.6.	KI pH 8.
1. Sol. de fibrinogène . Sol. N d'électrolyte. Eau distillée........ Sol. de thrombase..	3 1 3 1	22″	32″	47″	1′53″	2′45″	1′20″	40″	23″	21″
2. Sol. de fibrinogène . Sol. N d'électrolyte. Eau distillée....... Sol. de thrombase..	3 2 2 1	48″	1′12″	1′40″	10′35″	23′10″	1′	26″	16″	15″
3. Sol. de fibrinogène . Sol. N d'électrolyte. Eau distillée....... Sol. de thrombase..	3 3 1 1	59″	2′40″	4′30″	31′35″	2h30′	40″	14″	10″	11″
4. Sol. de fibrinogène . Sol. N d'électrolyte. Eau distillée....... Sol. de thrombase..	3 4 0 1	1′27″	4′50″	18′40″	2 à 3 h	le lend.	28″	8″	6″	8″

Dans le premier tableau, le temps de coagulation croît bien avec l'augmentation de la concentration en sel et suivant la relation de Quick.

Dans le deuxième tableau, les réactifs utilisés sont ceux du premier tableau, avec cette différence que la solution de thrombase a été diluée à 50 % par suite des raccourcissements des temps de coagulation. Néanmoins, on constate que :

1° Le temps de coagulation diminue avec l'augmentation de la concentration en fluorures de la solution.

2° Le temps de coagulation augmente quand le poids atomique du métal diminue.

Partant de ces données, il m'a paru intéressant de vérifier si les fluorures alcalins ajoutés à du sang pour le rendre incoagulable, accéléraient ou retardaient le temps de coagulation par addition consécutive de thrombase. Or, conformément aux résultats des expériences précédentes, les résultats obtenus en prélevant directement le sang à la veine du coude du patient ont été particulièrement démonstratifs.

TABLEAU III.

Sang.......	— Seul.	+ Na F.	+ thrombase diluée.	+ thrombase diluée + NaF.
1er sujet......	coagulation 4 à 5 min.	incoagulable	1 min.	10 sec.
2e sujet	» 4 min.	»	1 min. 18 sec.	22 et 25 sec.

Ainsi, non seulement les fluorures alcalins n'empêchent pas la coagulation du sang par la thrombase, mais l'accélèrent; c'est ce qui explique pourquoi il faut recevoir le sang fraîchement écoulé de la veine sur du fluorure et agiter aussitôt, sinon, la production de thrombase s'effectuant rapidement, non seulement au bout de quelques minutes les fluorures n'empêcheraient plus la coagulation, mais la précipiteraient.

En résumé : 1° Contrairement à la relation de Quick, les fluorures ne retardent pas à doses croissantes la coagulation du fibrinogène par la thrombase, mais l'accélèrent, les fluorures les plus actifs étant ceux dont l'ion métal a le poids atomique le plus élevé.

2° Dans le sang, non seulement les fluorures, en présence de thrombase, n'empêchent pas la coagulation mais l'accélèrent; ces sels, actifs dans la décalcification du sang, empêchent la conversion de la prothrombase en thrombase, mais celle-ci effectuée, ils sont complètement inopérants. Il est d'ailleurs à remarquer que le chlorure de calcium, qui intervient électivement dans la formation de la thrombase, la paralyse ensuite à dose un peu concentrée dans son effet direct sur la coagulation du sang (tableau III). On peut d'ailleurs dire que ces deux sels, fluorure alcalin et chlorure de calcium, interviennent, mais d'une façon inverse, dans la production de la thrombase et dans la coagulation du sang par cette diastase.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Échinochrome et spinochrome; dérivés méthylés; distribution; pigments associés.* Note de Mlle **Rachel Glaser** et M. **Edgar Lederer**, présentée par M. Maurice Javillier.

Nous avons décrit [1] l'isolement et quelques propriétés de l'échinochrome, $C^{12}H^{10}O^{7}$ (*fig.* 1), pigment des ovaires d'*Arbacia æquituber-*

---

[1] *Comptes rendus*, **207**, 1938, p. 454. Nous tenons à préciser que c'est Mc Clendon (*Journ. Biol. Chem.*, **11**, 1912, p. 435) qui a obtenu les premiers cristaux d'échinochrome.

culata Bl. et du spinochrome, $C^{12}H^{10}O^{8}$ (*fig.* 2), pigment des épines violettes de *Strongylocentrotus lividus* Brandt.

I. *Dérivés méthylés de l'échinochrome.* — Le diazométhane, agissant sur



Fig. 1. — Échinochrome (toluène; agr. 100 fois).

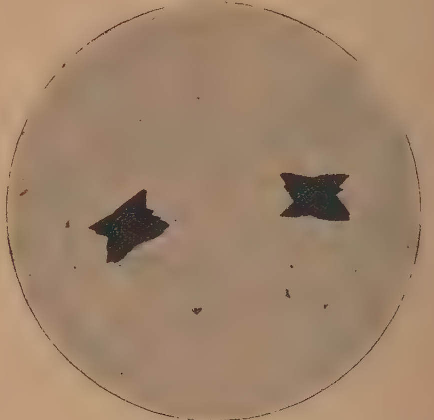


Fig. 2. — Spinochrome (éther acétique; agr. 400 fois).



Fig. 3. — Triméthyléchinochrome (alcool; agr. 100 fois).



Fig. 4. — Méthylspinochrome I (éther acétique; agr. 100 fois).

un excès d'échinochrome, donne trois nouveaux pigments qui forment trois zones violettes sur une colonne de $CaCO^{3}$. Ce sont (de haut en bas) des dérivés mono-, di- et triméthylés.

L'éther triméthylique cristallise sous forme de longues aiguilles rouge foncé à éclat métallique (*fig.* 3).

Analyse, calculé % pour $C^{12}H^{7}O^{4}(OCH^{3})^{3}$, C 58,43; H 5,23; OCH^{3} 30,19; trouvé % C 58,03; H 5,39; OCH^{3} 30,5.

Pigments.	Bandes d'absorption dans $CHCl^3$.	Solubilité dans $NaHCO^3$.	Points de fusion (²).
Échinochrome	526, 490 mμ	soluble, brun rouge	220°
Monométhyléchinochrome	531, 499	soluble, vert brun	191
Diméthyléchinochrome	533, 501	sel de Na violet, insoluble	161
Triméthyléchinochrome	540, 503	insoluble	137

II. *Dérivés méthylés du spinochrome.* — Le diazométhane, agissant sur un excès de spinochrome, donne également trois dérivés que l'on sépare par chromatographie. Ils cristallisent facilement; nous les appelons méthylspinochromes I, II et III; leurs points de fusion sont : 176°, 265° et 147° (*fig.* 4). Ces trois pigments sont solubles dans le bicarbonate avec une couleur violette.

III. *Distribution de l'échinochrome et du spinochrome.* — Il n'y a pas de spinochrome dans *Arbacia æquituberculata*, mais il y a de l'échinochrome dans les épines des deux sexes. Les ovaires d'*Arbacia* sont les organes les plus riches en échinochrome. 80 à 90 % du pigment s'y trouvent sous une forme insoluble dans les solvants organiques neutres; on peut les solubiliser en acidifiant (³). Les testicules d'*Arbacia* sont incolores.

Le spinochrome est accompagné dans les épines violettes de *Strongylocentrotus lividus* de petites quantités d'échinochrome (¹). Les colorations diverses des épines et carapaces de cet Oursin sont dues à des mélanges de spinochrome et d'échinochrome en différentes proportions.

Couleurs des épines	Verdâtre.	Vert brun et brun violet.	Violet.
mg d'échinochrome par animal (carapace et épines).	0,5	0,2	0,02
mg de spinochrome par animal (carapace et épines).	0,06	0,8	1,7

Les glandes sexuelles de cet Oursin ne contiennent que des caroténoïdes (⁴).

IV. *Quelques pigments parents de l'échinochrome et du spinochrome.* — Dans *Arbacia*, l'échinochrome est accompagné d'un pigment plus foncé l'*iso-échinochrome* [fines aiguilles brun rouge; F. 247°; mieux adsorbé; soluble dans l'éther; bandes d'absorption à 548 et 510 mμ dans $CHCl^3$], et

(²) Déterminés sur la platine chauffante de Reichert.

(³) Nous employons maintenant l'alcool additionné de 5 % de HCl pour épuiser les ovaires; les rendements d'échinochrome sont ainsi sensiblement augmentés.

(⁴) E. Lederer, *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 20, 1938, p. 567.

d'un deuxième pigment (insoluble dans l'éther, soluble dans l'alcool butylique; bandes d'absorption, 515 et 480 mμ dans l'acétate d'éthyle).

Dans les épines noires de *Strongylocentrotus lividus* de la région de Toulon, le spinochrome est accompagné de plusieurs pigments bruns, peu solubles dans l'éther, solubles dans l'acétone et l'alcool butylique (absorption à 520 et 481 mμ dans l'acétone).

Tous ces corps sont acides et donnent des colorations intenses avec $FeCl^3$, comme l'échinochrome et le spinochrome. Il y a là un groupe nouveau de pigments naturels.

MICROBIOLOGIE. — *Variabilité produite chez les bactéries soumises à l'irradiation par le radon.* Note de M. **Sabbas Ghelelovitch**, présentée par M. Émile Roubaud.

Les recherches de Nadson et de ses collaborateurs [1], et récemment celles de Metalnikov, ont établi la possibilité d'obtenir chez les microorganismes des formes nouvelles en les soumettant à l'action du radon.

Les travaux relatifs à la création expérimentale de races nouvelles chez les microorganismes sont encore peu nombreux. Cependant ce genre de recherches présente un grand intérêt théorique et pratique. La simplicité de l'organisation et l'absence de processus sexuel chez les bactéries rendent, pour de tels organismes, la différence entre les mutations et les variations somatiques peu nette, pour ne pas dire arbitraire.

Ici les deux modes de variabilité se confondent et l'on peut espérer que l'étude de la variabilité chez les bactéries pourra apporter quelque lumière à la question confuse et tant discutée, concernant la distinction de principe entre les mutations et les variations somatiques.

D'autre part, on ne peut pas négliger non plus l'intérêt pratique qui se rattache à la possibilité de création de races avirulentes des microbes pathogènes.

Au cours de nos recherches nous avons pu isoler plusieurs races

(1) G. Nadson, *Actualités scientifiques et industrielles*, n° 514, Paris, 1937.

nouvelles à partir des cultures d'une Sarcine jaune qui ont été irradiées par le radon ([2]).

Les cultures qui ont servi à nos expériences provenaient toutes d'une souche isolée de chenilles de *Lymantria dispar*.

La plupart des races ainsi obtenues se distinguent de la race-souche par la couleur du pigment élaboré.

Nous avons pu isoler et conserver au cours de plusieurs repiquages des cultures de couleur jaune pâle, blanche, rose et saumon.

La plupart de ces modifications se sont montrées héréditaires; mais certaines d'entre elles ont présenté un taux de variabilité accru. La modification saumon, par exemple, sans être soumise à aucun traitement, a donné au cours de 9 mois, successivement les mutations : blanche, rose et jaune pâle. La mutation blanche est même apparue à plusieurs reprises.

Il est surtout intéressant de noter que des cultures d'aspect normal ne se distinguant guère de la Sarcine jaune-souche, mais provenant de cultures irradiées, ont aussi donné, au cours de repiquages successifs, plusieurs formes nouvelles. Par contre, plusieurs dizaines de cultures témoins, qui ont été entretenues dans les mêmes conditions, mais sans être jamais irradiées, ne nous ont donné jusqu'à présent qu'une seule mutation de couleur blanche.

Une seule irradiation peut donc créer chez les microorganismes un certain état de déséquilibre qui se manifeste par une variabilité accrue.

Deux races de notre Sarcine, morphologiquement identiques, se distinguent, entre autres, par leur mutabilité. On sait que dans la nature, souvent, différentes espèces du même genre présentent aussi un taux très différent de mutations.

Une forme mutée peut parfois redonner naissance à la forme initiale à partir de laquelle elle-même a été obtenue. Ces modifications ou transformations de retour apparaissent généralement sur de vieilles cultures et souvent en plusieurs endroits de la même culture.

Conclusions. — En irradiant par le radon des cultures de bactéries, il est possible d'obtenir des races nouvelles.

Ces mutants, sans être soumis à aucun traitement, peuvent à leur tour donner naissance à plusieurs autres.

([2]) Metalnikov, Yakimach et Yadoff, *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 605.

MICROBIOLOGIE. — *Création artificielle de souches neurovaccinales.* Note de M. Constantin Levaditi, présentée par M. Louis Martin.

Le *neurovaccin* (vaccin jennérien adapté au cerveau du lapin) diffère du *dermovaccin* (vaccin jennérien cultivé sur la peau de la génisse), par les caractères biologiques suivants :

a. Aspect hémorragique et tendance envahissante des pustules cutanées.

b. Potentiel encéphalitogène très élevé du neurovaccin, encéphalitogénèse nulle, ou très faible du dermovaccin.

c. Le nombre des corpuscules élémentaires contenus dans la dose minima vaccinogène cutanée (*Nc* dans *Dmv*) est, en général, de beaucoup supérieur avec le dermovaccin qu'avec le neurovaccin [1].

L'obtention de souches neurovaccinales en partant du dermovaccin de génisse, a été réalisée, soit par des passages intra-névraxiques [lapin [2]], soit par culture sur la membrane allantoïde de l'œuf incubé [3], soit, enfin, par cultures cellulaires *in vitro* [4]. Ces méthodes font intervenir des organes ou des éléments embryonnaires, lesquels jouent le rôle de *sélecteurs*, la sélection s'opérant entre les corpuscules élémentaires dermovaccinaux et neurovaccinaux, en faveur de ces derniers. Peut-on effectuer à volonté une telle sélection, en utilisant des mélanges, convenablement titrés, de corpuscules dermovaccinaux et neurovaccinaux? Les faits résumés dans la présente Note plaident en faveur d'une telle possibilité.

1° *Corpuscules élémentaires dermovaccinaux.* — *Nc* par cm^3, 53500000. *Nc* dans *Dmv* (voie cutanée), 2675000. Potentiel encéphalitogène : un résultat positif sur cinq inoculations transcraniennes de 16000000 de corpuscules chacune.

2° *Neurovaccin.* — *Nc* par cm^3, 10200000. *Nc* dans *Dmv* (voie cutanée), 5 corpuscules.

3° *Association.* — A $1^{cm^3},8$ de suspension de corpuscules *dermovaccinaux*, on ajoute $0^{cm^3},2$ de suspension de corpuscules *neurovaccinaux*. Ce mélange renferme 14300000 éléments dermovaccinaux et 306000 éléments neurovaccinaux par $0^{cm^3},3$. Quatre dilutions sont effectuées (pH 7,2) à 10^{-1}, 10^{-2},

(1) Levaditi, Stamatin, Le-Van-Sen et Reinié, *C. R. Soc. Biol.*, 130, 1939, p. 1988.

(2) Levaditi et Nicolau, *Comptes rendus*, 173, 1921, p. 870.

(3) Levaditi et Voet, *La Presse médicale*, 45, 1937, n° 7, p. 113.

(4) Levaditi et Stamatin, *Revue d'Immunologie*, 4, 1938, n° 6, p. 481.

10^{-3} et 10^{-4}. On inocule $0^{cm^3},3$ de chaque dilution dans le cerveau de plusieurs lapins.

Résultats. — *a.* Suspension mère. *Nc neurovaccinaux,* 306000. Encéphalite neurovaccinale mortelle en 3 et 4 jours.

b. Dilution à 10^{-1}	*Nc* 30600	Décès en 5 et 7 jours.	
c. » 10^{-2}	» 3060	» 3 » .	
d. » 10^{-3}	» 306	» 6 et 7 » .	
e. » 10^{-4}	» 30	» Deux animaux sur cinq succombent en 9 et 11 jours, les autres survivent et se révèlent immuns.	

C'est cette dernière dilution à 10^{-4} (correspondant, du point de vue du potentiel encéphalitogène, à un dermovaccin de génisse, et contenant 30 corpuscules *neurovaccinaux*, associés à 1430 éléments *dermovaccinaux* par dose inoculée), qui nous a servi à la sélection des corpuscules neurovaccinaux au détriment des éléments dermovaccinaux, et à créer, de la sorte, un neurovaccin de *synthèse.* La sélection a été réalisée par des passages sur la membrane chorio-allantoïde.

Passages.	Nc par cm³.	Potentiel encéphalitogène. Résultats positifs.	Mort en
Mélange initial...	4866	2 sur 5	9 et 11 jours
Ier passage	–	3 sur 3	3 et 4 »
IIe passage	26000000	3 sur 3	3 »
IIIe passage	49000000	6 sur 6	3 et 4 »
IVe passage	20000000	5 sur 5	3 à 5 »

Il en résulte qu'un mélange de vaccino-corpuscules dermotropes (1430 éléments) et d'un petit nombre de corps élémentaires neurovaccinaux (30) par dose administrée, mélange faiblement encéphalitogène, passé *une seule fois* sur la membrane allantoïde, se transforme en un neurovaccin éminemment pathogène par voie névraxique. En outre, après quatre passages, ce neurovaccin de *synthèse* a provoqué la mort du lapin, par encéphalite vaccinale, à la dilution de 10^{-4} (*Nc* dans *Dmv*, 609 éléments) (5).

Conclusion. — *Il est possible de réaliser, par voie de sélection, la* synthèse *d'un neurovaccin à potentiel encéphalitogène élevé, en cultivant sur la membrane allantoïde de l'œuf incubé, un mélange de corpuscules élémentaires dermovaccinaux et neurovaccinaux à potentiel encéphalitogène faible.*

---

(5) A 60 éléments, il y a survie avec état réfractaire consécutif.

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les caractères distinctifs et la coexistence dans le testicule humain de deux tumeurs différentes : épithélioma séminifère et embryome à tissus multiples.* Note de M. **Albert Peyron**, présentée par M. Charles Achard.

Mes recherches sur la pathologie comparée des tumeurs du testicule confirment l'existence de deux variétés néoplasiques : *a*. l'épithélioma séminifère individualisé par Chevassu (1906), provient de la lignée souche indifférente du tissu séminifère, ainsi que j'ai pu l'établir par la mise en évidence (chien et cheval) de cristalloïdes de type gonial, ou sertolien; *b*. la tumeur à tissus multiples offre une morphologie différente qui permet de la distinguer facilement de la précédente, sauf toutefois dans sa modalité spéciale de dégénérescence maligne (prolifération ectoblastique indifférenciée ou choriome pur) qui peut simuler le faciès sexuel du séminome. Ceci étant établi, j'ai pu dans une série de cas observer la coexistence dans le même testicule de ces deux types néoplasiques; leurs rapports topographiques avec le parenchyme testiculaire, ainsi que l'âge respectif des deux tumeurs indiquent que le séminome est vraisemblablement provoqué par l'embryome. Cette opinion est confirmée par la comparaison de la série des cas schématisés dans la figure; le séminome est représenté en noir au milieu du parenchyme testiculaire, il est encore à l'état de nodule macroscopique, en I et II, il est déjà volumineux en III, mais reste encore séparé de l'embryome par un tissu séminifère; au contraire, en IV, les deux néoplasies sont irrégulièrement intriquées et découpées; en V, il n'y a pas séminome vrai, mais un nodule de dégénérescence maligne de l'embryome (choriome pur).

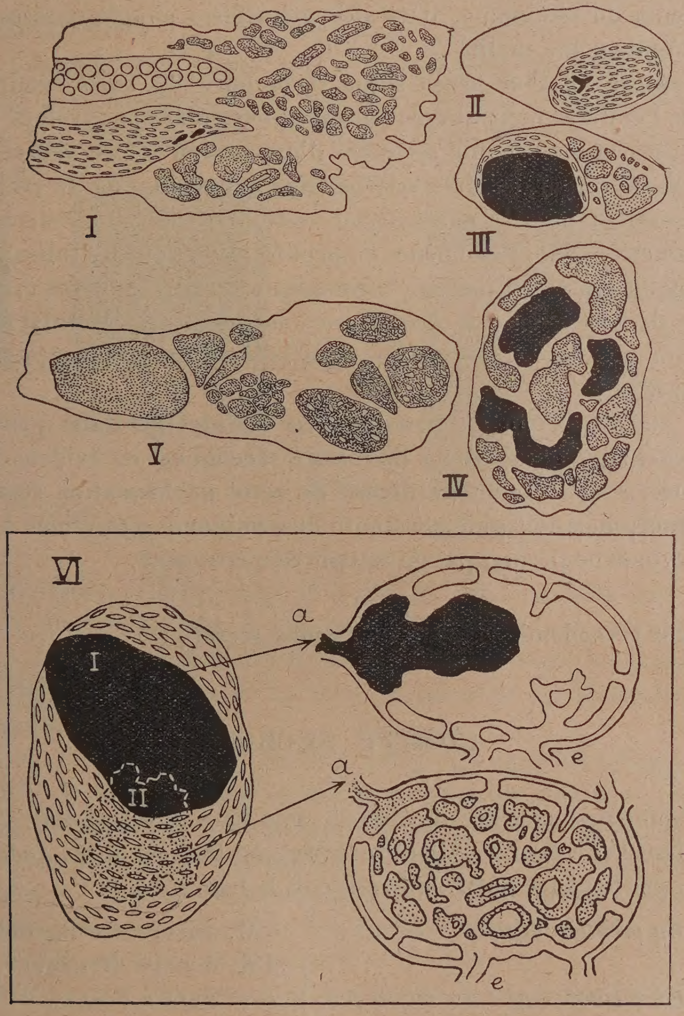
Au total, depuis notre première observation avec Hartmann (1922), j'ai pu étudier sept cas de cette coexistence et elle a été également vérifiée par Nicod dans un cas (1933) [1]. La malignité du séminome est toujours moins marquée que celle de l'embryome initial; il ne donne pas de métastases, celles-ci, par exemple dans le cas IV, sont exclusivement constituées par du tissu chorioplacentaire.

Enfin il existe des cas en apparence paradoxaux auxquels on peut appliquer le schéma figuré en VI : la tumeur testiculaire primitive est

---

(1) Nicod, *Bull. Ass. franç. du Cancer*, n° 1, 22, janvier 1933, p. 86.

ici un épithélioma séminifère, mais il a été vraisemblablement provoqué par un petit embryome (en pointillé) qui aura ensuite disparu par



Vue schématique d'une série d'embryomes. On a représenté en noir le séminome secondaire développé dans le parenchyme testiculaire (ce dernier est représenté par des petits tubes parallèles); les tissus de l'embryome sont en gris pointillé.

régression (fait qui n'est pas rare dans le testicule). Ici, les métastases ganglionnaires montrent, les unes le séminome, les autres l'embryome

malin. Cette hypothèse d'un enbryome initial disparu secondairement après avoir donné des métastases et entraîné un séminome à son voisinage, nous paraît beaucoup plus plausible que celle de l'évolution métaplasique des éléments du séminome, dans des métastases ganglionnaires, vers le type de l'embryome malin.

Cette transformation néoplasique secondaire du tissu séminifère au contact de l'embryome peut recevoir des interprétations diverses :

a. La plus vraisemblable est celle d'une action locale exercée par les produits de sécrétion des diverses ébauches organoïdes ou du trophoblaste qui diffuseraient dans le parenchyme testiculaire pour y déterminer par action inductrice des phénomènes de prolifération dans les tubes;

b. L'hypothèse d'une action hormonique d'ordre général (susceptible d'ailleurs de s'associer à la précédente) est moins vraisemblable, car on devrait alors retrouver le séminome dans le testicule du côté opposé, ce qui ne s'observe jamais;

c. On pourrait enfin supposer que les cellules génitales primordiales (gonoblastes) que nous venons de mettre récemment en évidence dans les embryomes, sont le point de départ de cette néoformation séminifère à faciès sexuel; mais l'origine constante du séminome secondaire à distance de l'embryome ne permet pas de retenir ce mécanisme.

A 15h45m l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission chargée de dresser une liste de candidats à la place vacante dans la Section des Membres libres par le décès de M. *André Blondel* présente, par l'organe de M. le Président, la liste suivante :

En première ligne...........	M. **Joseph Bethenod.**
En seconde ligne, ex æquo *par ordre alphabétique*.........	MM. **Joseph Bougault**, **Justin Jolly**, **Paul Lévy**, **Albert Pérard.**

La séance est levée à 16h30m.

E. P.